

Diseño de un manipulador de carga  
ingrávido para llantas y la elaboración  
del expediente técnico de  
construcción



Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

Ander Etxeberria San Martin

Marta Benito Amurrio

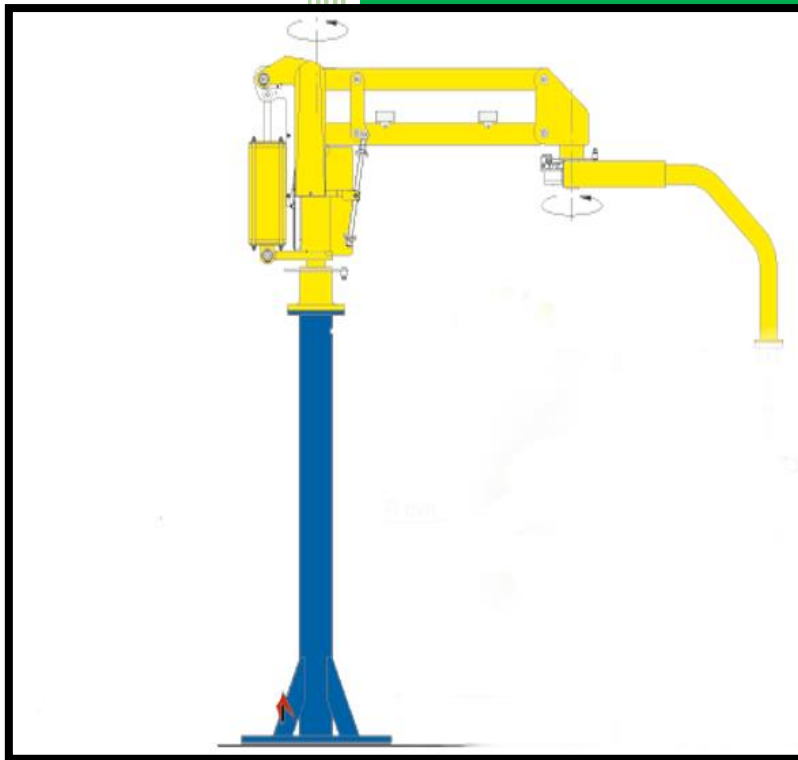
Pamplona, 3 de Septiembre

## Índice general

- I. **Memoria**
- II. **Expediente técnico de construcción**
- III. **Planos**
- IV. **Anexos**

# 2020

## Memoria







## Índice memoria

1.	Introducción al proyecto .....	4
1.1.	Introducción .....	4
1.2.	Objetivo .....	4
1.3.	Historia de la robótica. Antecedentes.....	5
1.4.	Historia de la robótica. Clasificación.....	6
1.4.1.	Según el punto de vista industrial .....	6
1.4.2.	Según su estructura .....	9
2.	Partes de un manipulador de carga .....	13
2.1.	Sistema de agarre .....	14
2.1.1.	Agarre para bobinas.....	14
2.1.2.	Agarre para tableros y planchas .....	15
2.1.3.	Agarre para bidones.....	15
2.1.4.	Agarre para sacos .....	16
2.1.5.	Agarre para llantas .....	16
2.2.	Brazo .....	17
2.3.	Estructura.....	18
2.3.1.	Pilar.....	19
2.3.2.	Pistón.....	20
2.3.3.	Soporte pluma.....	22
2.3.4.	Pluma .....	23
3.	Diseño preliminar.....	24
3.1.	Criterios de diseño.....	24
3.2.	Normativa.....	25
3.2.1.	UNE-EN ISO 10218 .....	25
3.2.2.	UNE-EN ISO 12100:2012 .....	26
3.2.3.	UNE-EN ISO 14121-1:2018.....	26
3.2.4.	ISO-TS 15066 (2016).....	27
3.2.5.	Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre .....	27
3.2.6.	Directiva 2006/42/CE, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas .	27
3.2.7.	ISO 9283:1993.....	28
3.2.8.	ISO 8373.....	28
3.2.9.	ISO 9409.....	28
3.3.	Selección de materiales .....	28
3.3.1.	Cilindro neumático.....	29

3.3.2.	Pasadores.....	29
3.3.3.	Tornillos.....	30
3.3.4.	Arandelas.....	31
3.3.5.	Rodamientos .....	31
3.3.6.	Eje .....	32
3.3.7.	Pernos para el anclaje al suelo .....	33
3.3.8.	Mando de control.....	33
3.4.	Diseño de componentes.....	35
3.4.1.	Base estructura. Pilar.....	36
3.4.2.	Soporte conexión pilar-pluma.....	37
3.4.3.	Pluma .....	38
3.4.4.	Brida .....	38
3.4.5.	Amarre del manipulador .....	39
3.4.6.	Brazo del manipulador.....	40
3.4.7.	Soporte del sistema.....	40
4.	Modelado en 3D .....	41
4.1.	Pilar.....	41
4.2.	Soporte pilar-pluma.....	43
4.3.	Pluma .....	44
4.4.	Brazo .....	45
4.5.	Brida .....	46
4.6.	Mando de control.....	46
4.7.	Unión .....	47
4.8.	Sistema de agarre .....	48
4.8.1.	Soporte.....	49
4.8.2.	Pinza.....	50
4.8.3.	Biela.....	51
4.8.4.	Placa husillo .....	52
4.8.5.	Pasador .....	53
4.9.	Resultado final .....	53
5.	Especificaciones elementos comerciales .....	54
6.	Ensayos .....	55
6.1.	Ensayo pilar.....	55
6.2.	Ensayo soporte pilar-pluma .....	57
6.3.	Pluma .....	59
6.4.	Brazo .....	61

6.5. Brida ..... 63

6.6. Soporte del sistema..... 65

6.7. Unión ..... 67

6.8. Sistema de agarre ..... 69

7. Presupuesto ..... 71

7.1. Costes de diseño y realización del proyecto..... 71

7.2. Coste de los materiales ..... 73

7.2.1. Elementos comerciales..... 73

7.2.2. Elementos no comerciales ..... 74

7.2.3. Precio total materiales ..... 74

7.3. Montaje..... 74

7.4. Presupuesto final ..... 75

8. Conclusión ..... 76

9. Bibliografía..... 77

## 1. Introducción al proyecto

### 1.1. Introducción

El Presente trabajo Fin de Grado que se describe a continuación trata sobre el diseño de un manipulador de carga ingrávito para llantas. Este, puede dividirse en 4 fases, fijación de los objetivos iniciales, criterios de diseño, desarrollo del diseño en 3-D y ensayos de componentes.

La primera fase consiste en definir con claridad los objetivos del proyecto, con los cuales es necesario tener en cuenta la normativa vigente para el desarrollo del ingrávito. En el desarrollo del proyecto, no se han diseñado todos los componentes que forman el ingrávito, ya que algunos de ellos son elementos comerciales, los cuales se obtienen mediante acuerdos de compra con los fabricantes.

Tras establecer los objetivos del proyecto, se procede a determinar los criterios de diseño.

Una vez establecidos, se realizara el desarrollo del diseño en 3-D, mediante el programa SolidWorks, con el que también se obtendrán los ensayos de los componentes que se estimen más críticos.

Para este ingrávito se va a desarrollar con un sistema de agarre específico diseñado para el agarre de las llantas, el cual emplea un sistema de fijación en 3 puntos alrededor de la llanta, garantizando así la seguridad de la carga.

### 1.2. Objetivo

El objetivo del presente trabajo de fin de grado, consiste en la integración de conocimientos de diferentes materias, adquiridos a lo largo de los estudios de grado, por medio del diseño y análisis de un manipulador de carga, que facilite a los operarios la función de manipulación de llantas en su recolocación.

Para llevar a cabo los citados propósitos se va a utilizar el programa SOLIDWORKS, el cual permite realizar el estudio completo del diseño.

### 1.3. Historia de la robótica. Antecedentes

Para poder entender este trabajo, es necesario tener un conocimiento básico sobre lo que es un manipulador de carga ingrávito, así como los tipos de agarres que existen.

Desde el principio de los tiempos, el hombre a deseado crear vida artificial. Se ha empeñado en dar vida a seres artificiales que le acompañen en sus vidas, seres que realicen sus tareas repetitivas, tareas pesadas o difíciles de realizar por un ser humano.

Por ello, y con un entorno industrial tan cambiante, se hace patente la necesidad de cambios sustanciales para fabricar productos que conviertan la actividad laboral de los trabajadores más cómoda y segura. Por lo que se han ido desarrollando elementos relacionados con la robótica, con los que se consigue también una mejora de la productividad.

Los robots son aparatos electromecánicos cuyo papel principal es ejercer diferentes funciones productivas mediante sus brazos articulados, como pueden ser : transporte, manejo de materiales, maquinado, carga y descarga, etc. Mediante su capacidad para desempeñar diversas tareas u otras operaciones. El robot industrial ha sido descrito como el elemento más visible de la fabricación asistida por computador y como la base técnica para la mayor automatización de la producción.

Los robots son mecanismos de cadena abierta con varios grados de libertad, los cuales necesitan de un sistema de control y sensorización para programar diferentes tareas. Tienen una única cadena cinemática entre la base y el efector final, compuesta por articulaciones.

Aunque en un principio se pensaba que el montaje automático podría ser completamente realizado por robots, a día de hoy, muchos de ellos requieren la necesidad de técnicos humanos. Además, el costo de algunos robots para hacer ciertas labores no son tan eficientes como la contratación de un ser humano en tales tareas.

Un robot industrial es una máquina programable de uso general que tiene algunas características antropomórficas o “humanoides”. Las características humanoides más típicas de los robots actuales es la de sus brazos móviles, los que se desplazan por medio de secuencias de movimientos que son programados para la ejecución de tareas de utilidad.

La definición oficial de un robot industrial se proporciona por la Robotics Industries Association (RIA).

“ Un robot industrial es un manipulador multifuncional reprogramable diseñado para desplazar materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales, mediante movimientos variables programados para la ejecución de una diversidad de tareas”.

#### 1.4. Historia de la robótica. Clasificación

##### 1.4.1. Según el punto de vista industrial

A continuación se muestra la clasificación más común:

- **Manipulador Ingravido**. Es un sistema, que casi sin ningún esfuerzo por parte del operario, realiza el movimiento y posicionamiento de cargas pesadas con un alto grado de seguridad. El trabajador opera la carga con sus manos pero sin realizar casi esfuerzo ya que el peso de la misma lo soporta el manipulador ingrávito.



Ilustración 1. Manipulador de carga Ingravido

Fuente : <https://www.dalmec.com/micropartner/>

- **Robots de aprendizaje.** Son manipuladores que se limitan a repetir una secuencia de movimientos previamente ejecutada por un operador humano, haciendo uso de un controlador manual o un dispositivo auxiliar.

En este tipo de robots, el operario en la fase de enseñanza, se vale de una pistola de programación con diversos pulsadores o teclas, o bien, de joysticks, o bien utiliza un maniquí, o a veces, se desplaza directamente a la mano del robot.

Los robots de aprendizaje, son los más conocidos en los ambientes industriales y el tipo de programación que incorporan, recibe el nombre de “gestual”.



Ilustración 2. Robot de aprendizaje Fuente : <http://robotroxs.blogspot.com>

- **Robots con control sensorizado.** Es una computadora que ejecuta las órdenes de un programa y las envía al manipulador para que realice los movimientos necesarios. Utiliza las computadoras para su estrategia de control y tiene algún conocimiento del ambiente local a través del uso de sensores, los cuales miden el ambiente y modifican su estrategia de control.

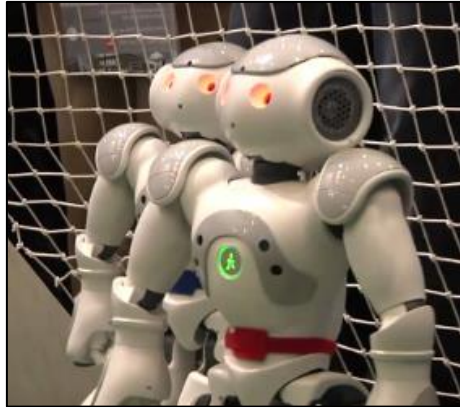
Estos usan un control de lazo cerrado, lo cual significa que ahora son bastante conscientes de su entorno y pueden adaptarse al mismo.



Ilustración 3. Robots con control sensorizado

Fuente : <https://freedomforlife.wordpress.com/>

- **Robots inteligentes.** Son similares a los anteriores, pero además poseen sensores que envían información a la computadora de control sobre el estado del proceso. Esto permite una toma inteligente de decisiones y el control del proceso en tiempo real.



*Ilustración 4. Robots inteligentes*

*Fuente :*

<http://robotroxs.blogspot.com>



#### 1.4.2. Según su estructura

La estructura, es definida por el tipo de configuración general del Robot. Esta puede ser metamórfica. Este concepto, es reciente y se ha introducido para incrementar la flexibilidad funcional de un Robot a través del cambio de su configuración por el propio robot. El metamorfismo admite diversos niveles, desde los más elementales, como pueden ser el cambio de herramienta, hasta los más complejos como el cambio o alteración de elementos estructurales.

Los dispositivos y mecanismos que pueden agruparse bajo la denominación genérica del Robot, tal como se ha indicado, son muy diversos y es por tanto difícil establecer una clasificación coherente de los mismos que resista un análisis crítico y riguroso. La subdivisión de los robots, se hace en los siguientes grupos :

- **1. Poliarticulados** : Son un grupo que se encuentran en los Robots de muy diversa forma y configuración, cuya característica común es la de ser básicamente sedentarios y estar estructurados para mover sus elementos terminales en un determinado espacio de trabajo según uno o más sistemas de coordenadas, y con un número limitado de grados de libertad.

En este grupo se encuentran los manipuladores, los robots industriales, robots cartesianos y se emplean cuando es preciso abarcar una zona de trabajo relativamente amplia o alargada, actuar sobre objetos con un plano de simetría vertical o reducir el espacio ocupado en el suelo.



Ilustración 5. Robot poliarticulado Fuente :  
<http://www.udesantiagovirtual.cl/>

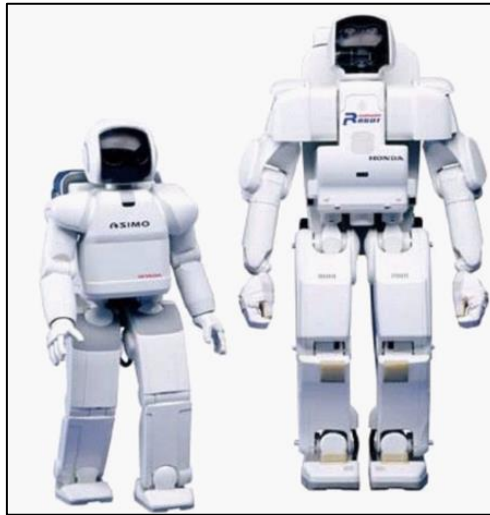
- **2. Móviles** : Son robots con gran capacidad de desplazamiento, basados en carros o plataformas y dotados de un sistema locomotor de tipo rodante. Siguen su camino por telemando o guiándose por la información recibida en su entorno a través de sus sensores. Estos robots aseguran el transporte de piezas de un punto a otro de una cadena de fabricación.

Guiándose mediante pistas materializadas a través de la radiación electromagnética de circuitos empotrados en el suelo, o a través de bandas detectadas fotoeléctricamente, pueden incluso llegar a sortear obstáculos y están dotados de un nivel relativamente elevado de inteligencia.



Ilustración 6. Robot móvil Fuente :  
<http://www.udesantiovirtual.cl/>

- **3. Androides** : Son robots cuya apariencia es similar a la de un ser humano. Son máquinas autómatas que, por su configuración, están en condiciones de imitar ciertas acciones que realiza el hombre. Actualmente, estos son dispositivos muy poco evolucionados y sin utilidad práctica, y destinados fundamentalmente, al estudio y experimentación.



*Ilustración 7. Robot androide*

*Fuente :*

<http://www.udesantiagovirtual.cl/>

- **4. Zoomórficos** : Si se considerasen en sentido no restrictivo, podrían incluir también a los androides, constituyen una clase caracterizada principalmente por sus sistemas de locomoción que imitan a los diversos seres vivos.

A pesar de la disparidad morfológica de sus posibles sistemas de locomoción, es conveniente agrupar a los robots zoomórficos en dos categorías principales: Caminadores y no caminadores. El grupo de robots zoomórficos no caminadores está muy poco desarrollado. En cambio los robots zoomórficos caminadores múltipedos son muy numerosos y están siendo experimentados en diversos laboratorios con vistas al desarrollo de verdaderos vehículos terrenos, piloteando o autónomos, capaces de evolucionar en superficies muy accidentadas.



*Ilustración 8. Robot zoomórfico*

*Fuente :*

<http://www.udesantiagovirtual.cl/>

**5.Híbridos :** Estos robots corresponden a aquellos de difícil clasificación, cuya estructura se sitúa en combinación con alguna de las anteriores ya expuestas, bien sea por conjunción o por yuxtaposición. Por ejemplo, un dispositivo segmentado articulado y con ruedas, tiene al mismo tiempo atributos de los robots móviles y de los robots zoomórficos. De igual forma pueden considerarse híbridos algunos robots formados por la yuxtaposición de un cuerpo formado por un carro móvil y de un brazo semejante al de los robots industriales. En parecida situación se encuentran algunos robots antropomorfos que no pueden clasificarse ni como móviles ni como androides, tal es el caso de los robots personales.



*Ilustración 9. Robot híbrido*

*Fuente :*

<http://www.udesantiagovirtual.cl/>

## 2. Partes de un manipulador de carga

A continuación, se hará una pequeña descripción de los principales componentes que forman el manipulador de carga ingrávico. Para realizar una descripción más detallada, se divide la estructura en 3 subconjuntos, como se observa en la imagen.

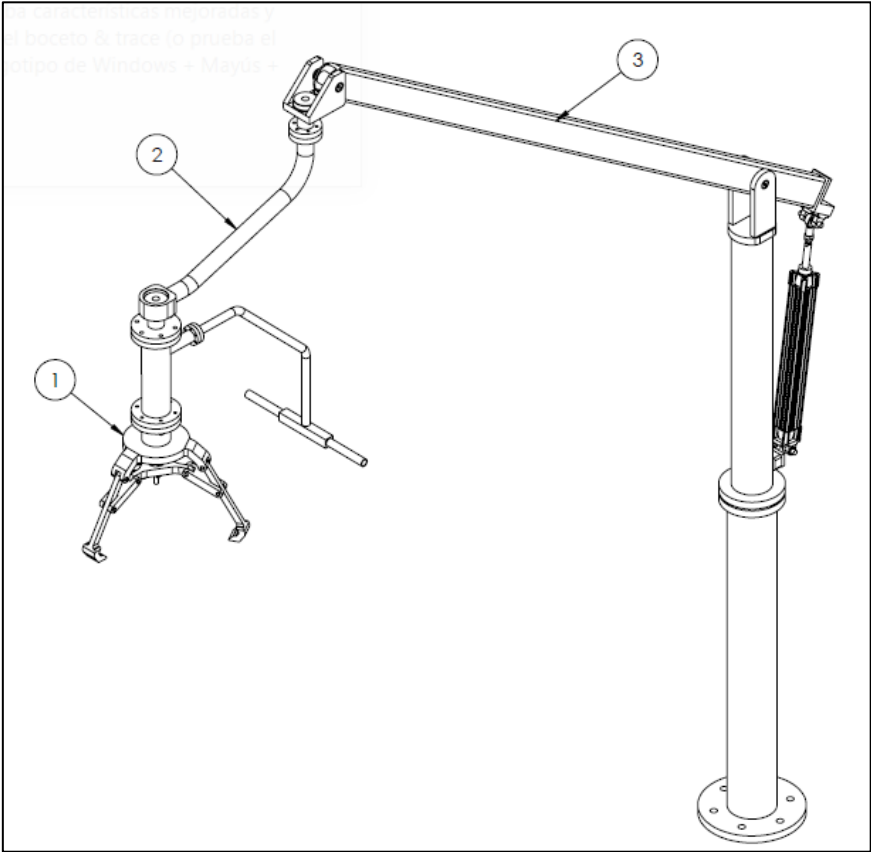


Ilustración 10. Ingravido Fuente : Propia

Nº de elemento	Nombre de la pieza
1	Sistema de agarre
2	Brazo
3	Estructura

Tabla 1. Subconjuntos estructura Fuente : Propia

## 2.1. Sistema de agarre

Según la función que deba realizar el ingrávito, estos sistemas de agarre pueden ser de tipos diferentes. A continuación se mencionan unos de los tipos más comunes:

### 2.1.1. Agarre para bobinas



*Ilustración 11. Agarre para bobinas*

*Fuente : <https://www.vinca.es/>*

Este agarre específico para bobinas, permite que se puedan coger, voltear y girar de forma segura una bobina, aportando así un incremento de productividad y ergonomía.

### 2.1.2. Agarre para tableros y planchas

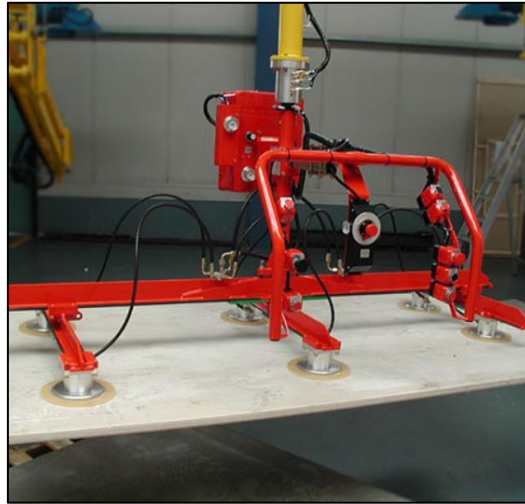


Ilustración 12. Agarre para tableros  
Fuente : <https://www.dalmec.com/es/>

Este sistema se basa principalmente en la fuente de vacío para generar vacío en el aire dentro de la ventosa. La ventosa general está hecha de caucho de silicona, caucho natural, caucho de nitrilo, etc... y puede llevar a cabo daños-manejo o carga libre de materiales como planchas y vidrio.

### 2.1.3. Agarre para bidones



Ilustración 13. Agarre para bidones  
Fuente : <https://www.dalmec.com/es/>

Se basa principalmente en un agarre que consiste en dos pinzas que situadas en el centro del depósito, rodean este, para luego cerrarse hasta entrar en



contacto con la superficie del bidón. Esta solución se emplea para coger, voltear, girar y rotar bidones, aportando más productividad y ergonomía.

#### 2.1.4. Agarre para sacos



Ilustración 14. Agarre para sacos Fuente : <https://www.vinca2.es/>

Consiste en un sistema por vacío que ayuda a elevar, sostener, descender y desplazar sacos pesados de forma rápida y con suavidad.

#### 2.1.5. Agarre para llantas

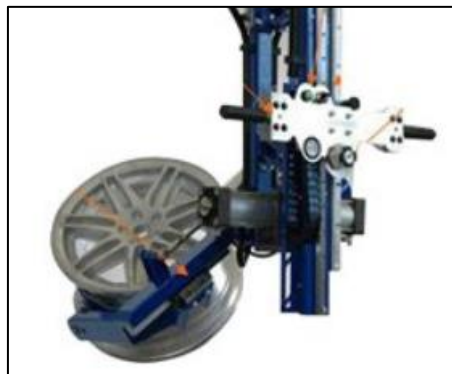


Ilustración 15. Agarre para llantas Fuente : <https://www.vinca2.es/>

Este sistema es similar al agarre para bidones ya que consiste en unas pinzas las cuales se expanden para atrapar la carga, y se van cerrando hasta entrar en contacto con ella.. Dependiendo del agarre, las llantas pueden anclarse por 2, 3, 4 o 5 puntos, dependiendo de los requerimientos de cada comprador.



## 2.2. Brazo

El objeto principal del brazo es reducir los pares de actuación requeridos para mover las cargas. Mediante este brazo, se consigue reducir las fuerzas que se requieren para elevar las cargas. Además, al estar todos los eslabones intermedios por encima de la cabeza del operario, permite que este se mueva libremente bajo la estructura, reduciendo así el riesgo de que se produzcan accidentes.



Ilustración 16. Brazo      Fuente :  
<https://www.dalmeccom.es/>

El brazo se conecta en su parte superior, con la pluma, mediante un soporte. Componente que permite girar el brazo según las necesidades de las tareas específicas y mantenerlo siempre paralelo respecto a la horizontal.

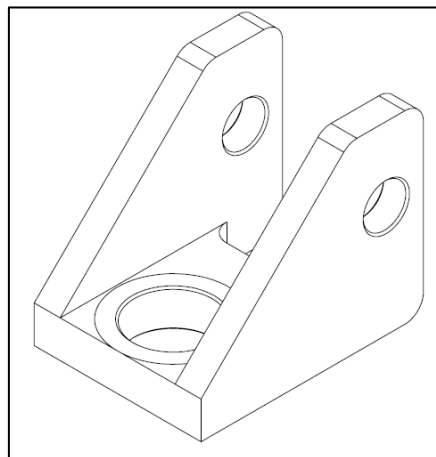
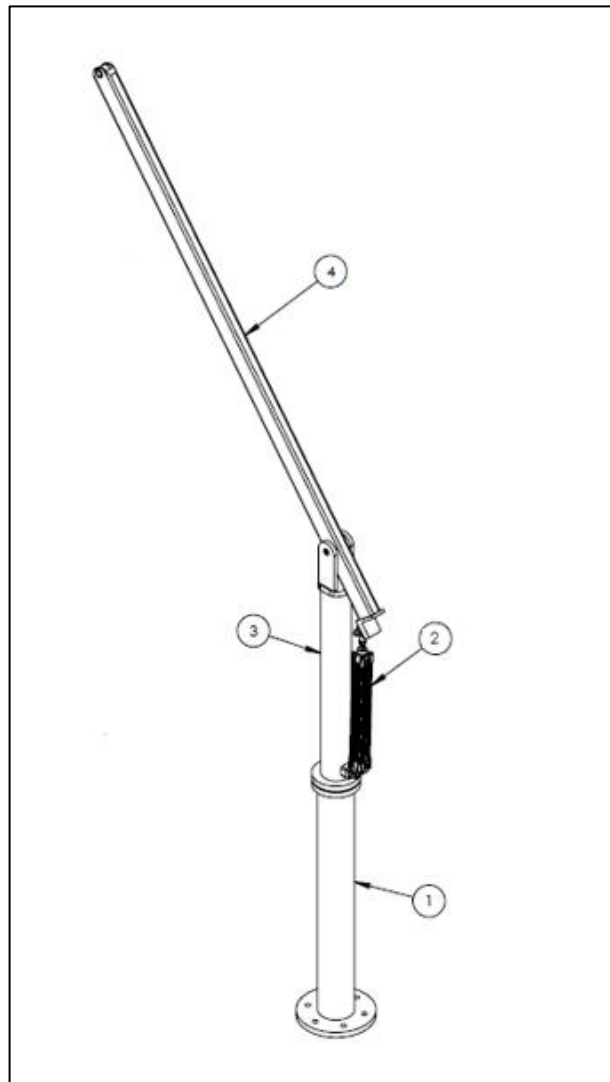


Ilustración 17. Soporte sistema  
Fuente : Propia

### 2.3. Estructura



*Ilustración 18. Estructura ingrávico Fuente : Propia*

Nº de elemento	Nombre de la pieza
1	Pilar
2	Pistón
3	Soporte pluma
4	Pluma

*Tabla 2. Piezas principales del ingrávico. Fuente : Propia*

### 2.3.1. Pilar



Ilustración 19. Pilar de la estructura

Fuente :

<https://www.dalmec.com/es/>

Los pilares son elementos estructurales que sirven para transmitir las cargas que soporta el conjunto al cimiento.

Sus formas, pueden ser circulares, cuadradas o rectangulares, varían según las especificaciones en razón directa del tipo de esfuerzos al que estén expuestos.

Perfiles usados para pilares de manipuladores de carga :

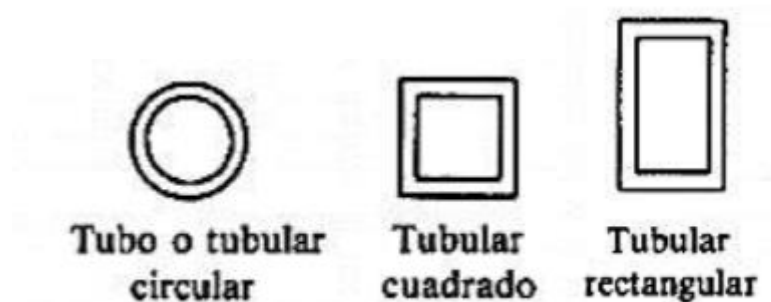


Ilustración 20. Tipo de perfiles

Fuente : <https://bibdigital.epn.edu.ec/>

En el mayor de los casos, estos pilares son de acero. Material formado por la aleación de hierro (Fe) y carbono ( C ), siempre que el porcentaje de este último sea inferior al 2%. Mediante el empleo de estos pilares, se consigue dotar a la estructura de rigidez, estabilidad y resistencia.

### 2.3.2. Pistón

Los pistones que se emplean en los manipuladores de carga ingrávitos, pueden ser de dos tipos : Pistones neumáticos y pistones hidráulicos.



Ilustración 22. Pistón Neumático  
Fuente : <https://beanuvi.es/>

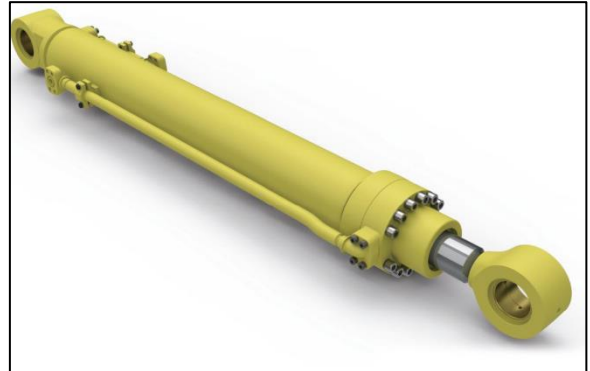


Ilustración 21. Pistón hidráulico Fuente : <http://www.hydraulic-calculation.com/>

#### A. Pistón neumático

Son unidades que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerzas prensoras. Consisten en un recipiente cilíndrico previsto de un émbolo o pistón. Cuando se introduce un determinado caudal de aire comprimido, este se expande dentro de la cámara y provoca un desplazamiento lineal. Si se acopla al émbolo un vástago rígido, este mecanismo es capaz de empujar algún elemento, o simplemente sujetarlo. La fuerza de empuje aplicada es proporcional a la presión del aire y la superficie del pistón. En la imagen inferior se muestran los elementos que lo componen.

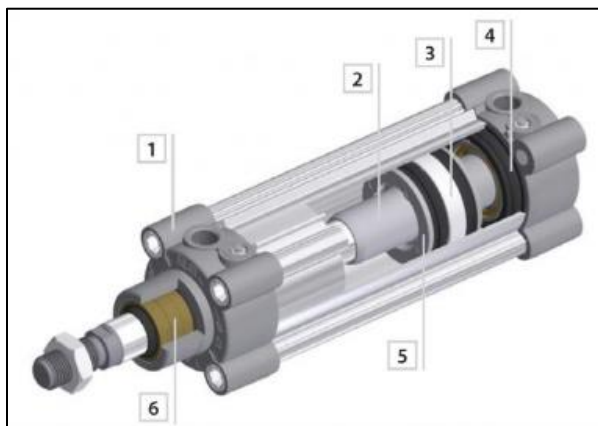


Ilustración 23. Componentes del cilindro neumático  
Fuente : <https://beanuvi.es/>

1. Testera fundición a presión en aleación de aluminio
2. Pistón fundición a presión en aleación de aluminio.
3. Patín en resina acetática con anillos magnéticos integrados.
4. Juntas paragolpes en compuesto nitrílico anti desgaste.
5. Juntas de estanqueidad del pistón de labio en compuesto nitrílico.
6. Casquillo guía vástago autolineante y autolubricado.

Tabla 3. Componentes del cilindro neumático  
Fuente : <https://beanuvi.es/>

### B. Pistón hidráulico

Los cilindros hidráulicos son mecanismos que constan de un cilindro dentro del cual se desplaza un embolo o pistón, y que transforman la presión de un líquido (aceite) en energía mecánica, mediante motores hidráulicos lineales, actuadores mecánicos que son usados para dar una fuerza a través de un recorrido lineal. En la imagen inferior se muestran los elementos que lo componen.

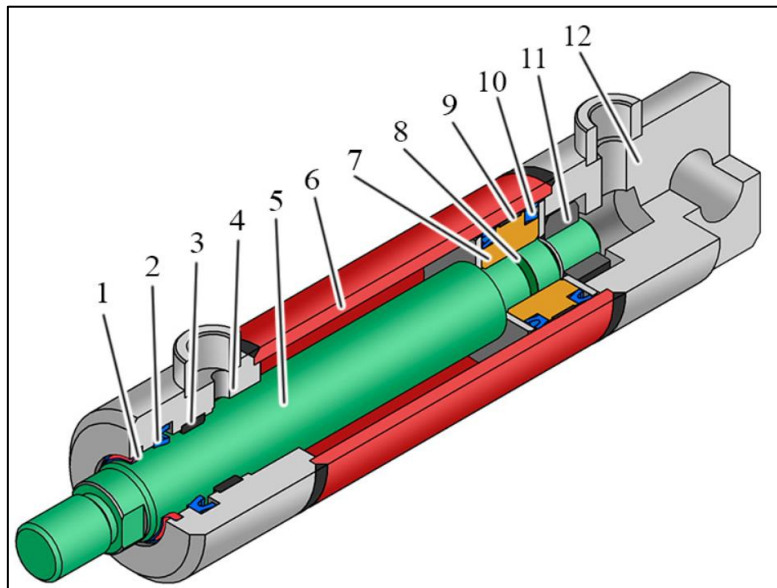
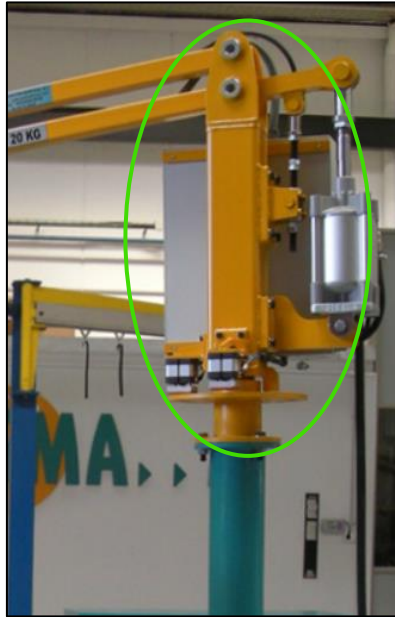


Ilustración 24. Cilindro hidráulico Fuente : <http://www.hydraulic-calculation.com/>

1. Rascador
2. Sellos hidráulicos
3. Guía de vástago
4. Cabeza del cilindro
5. Vástago
6. Barril
7. Pistón
8. Junta tórica
9. Guía de pistón
10. Sellos hidráulicos
11. Tuerca del pistón
12. Tapa del cilindro

Tabla 4. Partes cilindro hidráulico Fuente : <http://www.hydraulic-calculation.com/>

### 2.3.3. Soporte pluma



*Ilustración 25. Soporte de la pluma*  
Fuente :  
<https://www.smamotronic.com/>

Estos soportes están realizados en acero, para garantizar la rigidez y seguridad del sistema. Deben estar diseñados de forma que sean capaces de resistir la fuerza que transmite el cilindro al levantar y trasladar cargas mediante la pluma.

Este sistema tiene dos conexiones como puede apreciarse en la imagen. La primera conexión consiste en un anclaje en la parte superior con la pluma. Esta unión, está diseñada de tal forma que permite que la pluma pueda girar respecto al plano vertical.

En cuanto a la segunda conexión se refiere, se trata de una conexión entre el soporte de la pluma y el pilar. Mediante la ayuda de un motor eléctrico, dicho soporte es capaz de girar respecto al plano horizontal.

#### 2.3.4. Pluma



Ilustración 26. Pluma

Fuente : <https://www.dalmec.com/es/>

Es uno de los componentes más críticos del conjunto que conforma el manipulador de carga. Este, al igual que el soporte de la pluma y el pilar, está construido en acero para ofrecer una mayor resistencia.

El sistema de la pluma, puede ser de una única pluma o de doble pluma, dependiendo de la carga que deba manipular el ingrávito.

Este sistema, ya sea con una pluma o con dos, está sujeta en sus extremos laterales mediante unos pasadores, los cuales permiten que los elementos anclados en los extremos contengan los grados de libertad necesarios para dotar al ingrávito de los movimientos que necesita para los trabajos que se realicen.

### 3. Diseño preliminar

#### 3.1. Criterios de diseño

Para la realización del manipulador de carga ingrávito, es imprescindible realizar una lista con las necesidades que se van a exigir, así como también unos criterios para evaluar cada diseño y elegir el más adecuado a lo deseado.

Comenzamos mencionando los criterios para la selección y desarrollo del ingravido más adecuada.

El primer criterio que se tiene que evaluar es la capacidad del manipulador para elevar y desplazar cargas a una altura y un radio de giro determinados.

El segundo punto, es la peso de la estructura completa, el cual no debe exceder los 350kg.

El tercero es que el sistema de agarre de las llantas, debe tener varios puntos de anclaje para poder manipular estas de una forma segura y con un funcionamiento sencillo.

El cuarto es que el coste de la maquina sea el mínimo posible y no sea muy elevado.

A continuación, se van a describir las principales necesidades de un manipulador de carga ingrávito, aunque estas están bastante ligadas a los criterios mencionados anteriormente.

La primera necesidad es la de evaluar cuál es la capacidad máxima de elevación verticalmente las cargas, desde el suelo, hasta una altura máxima de dos metros. Además, se debe evaluar también la resistencia de los giros que se realizan, ya que debe ser capaz de tener un radio de giro de 3 metros y se procurara que no requieran de mucho esfuerzo por parte del operario para realizarlos.

La segunda necesidad es la limitación del peso de la estructura al completo, el cual no debe exceder de los 350kg.



Por último, mencionar el coste económico, ya que es una parte clave para la viabilidad del proyecto que el ingrávito no sea excesivamente cara ya que los clientes terminarían descartándolo.

### 3.2. Normativa

Actualmente la normativa más relevante es la siguiente:

#### 3.2.1. UNE-EN ISO 10218

Se trata de una normativa realizada por el organismo internacional de estandarización.

A grandes rasgos contiene la siguiente información: una sección sobre el análisis de la seguridad, la definición de riesgos y la identificación de posibles fuentes de peligros o accidentes. Contiene además una sección sobre diseño y fabricación, que dedica un breve análisis al diseño de sistemas robotizados, teniendo en cuenta aspectos mecánicos, ergonómicos y de control. Se divide en dos partes:

➤ **UNE EN ISO 10218-1. Robots y dispositivos robóticos.**

**Requisitos de seguridad para robots industriales. Parte 1:  
Robots.**

- Especifica requisitos de seguridad para robots industriales.
- No es aplicable para la integración de robots o el diseño de sistemas robot (células robotizadas).
- La norma no contempla el robot como máquina completa y no trata los riesgos debidos a ruido.
- EN-ISO 10218-1 es una Norma tipo C y está armonizada bajo la directiva de maquinaria (2006/42/EC).

➤ **UNE EN ISO 10218-2. Robots y dispositivos robóticos.**

**Requisitos de seguridad para robots industriales. Parte 2:**

**Sistemas robot e integración**

- Especifica requisitos de seguridad para sistemas robot e integraciones de robots que cumplen con la norma UNE EN ISO 10218-1.
- La norma se aplica a sistemas robot como máquinas pero no trata los riesgos debidos a ruido.
- La integración incluye el diseño, la construcción, instalación, operación, mantenimiento y puesta fuera de servicio.
- EN-ISO 10218-2 es una norma tipo C y está armonizada bajo la directiva de maquinaria (2006/42/EC).

**3.2.2. UNE-EN ISO 12100:2012**

Sobre seguridad de las máquinas, principios generales para el diseño, evaluación y reducción del riesgo.

Consiste en una guía aplicable durante el proceso de fabricación de una máquina, instaurando procedimientos específicos orientados a la seguridad en el diseño de las maquinas así como sentando las bases en cuanto a terminología, principios de evaluación y reducción del riesgo.

**3.2.3. UNE-EN ISO 14121-1:2018**

Sobre seguridad de las máquinas y evaluación del riesgo.

Se establecen los principios generales útiles para cumplir los objetivos de reducción del riesgo. Estos reúnen el conocimiento y la experiencia en el diseño, utilización, incidentes, accidentes y daños relativos a las máquinas con el fin de evaluar los riesgos durante todas las fases relevantes del ciclo de vida de una máquina.

#### 3.2.4. ISO-TS 15066 (2016)

Especificación técnica referente a robots colaborativos.

La norma **describe diferentes conceptos de colaboración y los requisitos necesarios para lograrlos**. Además de cubrir el diseño y evaluación de riesgos, también incluye los resultados de un estudio de investigación sobre el umbral del dolor en comparación con la velocidad del robot, la presión y el impacto de partes específicas del cuerpo.

#### 3.2.5. Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre

Se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

Tiene por objeto establecer las prescripciones relativas a la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, con el fin de garantizar la seguridad de las mismas y su libre circulación, de acuerdo con las obligaciones establecidas en la directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la directiva 95/16/CE.

#### 3.2.6. Directiva 2006/42/CE, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas

La **Directiva 2006/42/CE** establece que las máquinas que se comercialicen o pongan en servicio dentro de la Unión Europea, deben cumplir unos requisitos esenciales de seguridad y salud. Para que una máquina se pueda comercializar y poner en servicio, deberá ir acompañada de una Declaración CE de Conformidad y ostentar el Marcado CE. La Declaración CE de Conformidad es el procedimiento de certificación por el cual el fabricante declara que las máquinas comercializadas satisfacen todos los requisitos esenciales de seguridad y salud correspondientes.

La **Directiva 2006/42/CE** aplica a las máquinas, los equipos intercambiables, los componentes de seguridad, los accesorios de elevación, las cadenas, cables y cinchas, los dispositivos amovibles de transmisión mecánica, y las cuasi máquinas.

Se trata de una Directiva que afecta a una amplia variedad de productos, diseñada para que nuevas aplicaciones tengan cabida en el futuro. De entre todas las aplicaciones posibles, sólo las máquinas del Anexo IV están afectadas de un modo especial. Para certificar la conformidad de una máquina con las disposiciones de la Directiva, el fabricante o su representante autorizado aplicará uno de los procedimientos de evaluación de la conformidad descritos en su artículo 12.

#### 3.2.7. ISO 9283:1993.

Sobre robots manipuladores industriales, donde se especifican los criterios de análisis de prestaciones y métodos de ensayo relacionados.

#### 3.2.8. ISO 8373.

Sobre robots manipuladores industriales.

#### 3.2.9. ISO 9409.

Sobre robots manipuladores industriales, donde se analizan los interfaces mecánicos.

Esta norma consiste en dos partes:

- **ISO 9409-1:2004. PLATOS**
- **ISO 9409-2:2002. EJES**

### 3.3. Selección de materiales

En este apartado se van a detallar los materiales que se han empleado para la elaboración del manipulador de carga ingrávito así como de que material deben ser fabricados ciertos componentes claves de la estructura.

A continuación se van a describir los elementos comerciales que se han seleccionado para la construcción del ingrávito :

### 3.3.1. Cilindro neumático



Ilustración 27. Cilindro neumático Fuente : <https://beanuvi.es/>

Para el desarrollo del ingrávito, se ha optado por el empleo de cilindros neumáticos porque todos los beneficios que aporta provienen de su simplicidad.

Estos mecanismos pueden emplearse en cualquier condiciones de temperatura extrema sin que sus rendimientos se vean afectados.

Además, en cuanto a seguridad se refiere, el empleo de los sistemas neumáticos y de aire evita que se empleen materiales peligrosos. Cumplen también con los requisitos de protección contra explosiones y seguridad de la maquina porque no crean interferencias magnéticas debido a la falta de motores.

Por último, se debe destacar, que las cilindros neumáticas son livianas, requieren un mantenimiento mínimo y sus componentes son de larga duración, además de tener un coste de adquisición menor que el de los cilindros hidráulicos.

### 3.3.2. Pasadores



Ilustración 28. Pasador Fuente : <https://es.rs-online.com/>

Se trata de las piezas que sirven para realizar las uniones del mecanismo de tijera, las cuales permiten la rotación o giro relativo entre las piezas a unir. Suelen ser piezas de reducido tamaño pero extremadamente resistentes mediante el

uso de aceros de alta resistencia, ya que se encuentran sometidas principalmente a esfuerzos cortantes de valores elevados.

Estos, además de destacar por su bajo coste, presentan la ventaja de ser una unión mecánica fácilmente desmontable, aunque en ocasiones se requieran diversos procesos para preparar el orificio en el que van situados.

Para el ingrávido se emplean varios de diferentes longitudes y diámetros.

### 3.3.3. Tornillos

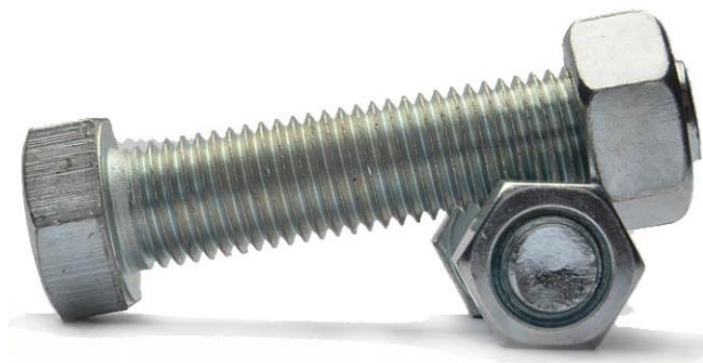


Ilustración 29. Tornillos Fuente :  
<http://www.fd-fasteners.com/>

Los tornillos empleados para el montaje y fijación de los componentes, son los de cabeza hexagonal, ya que además de ser los más frecuentes para los montajes, son los que menos deformaciones sufren en las cabezas a la hora de ser montados y desmontados. Tienen la ventaja, de que en caso de deformarse la cabeza, se pueden realizar diferentes ranuras para continuar con su extracción.

Durante el desarrollo del proyecto se emplean varios de diferente medida debido a la diferencia de orificios y longitudes.

#### 3.3.4. Arandelas

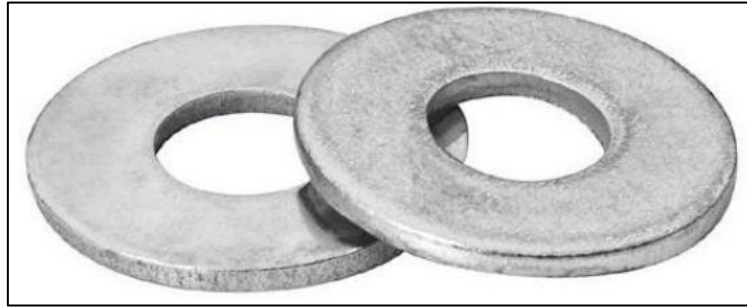


Ilustración 30. Arandelas Fuente : <https://triplayyherrajeslopez.com/>

Las arandelas son discos pequeños que incorporan en el centro un agujero y están fabricados en distintos tipos de materiales, como acero, acero inoxidable, etc. Estos sirven para proteger, espaciar o soportar la presión del trabajo a realizar.

#### 3.3.5. Rodamientos

El rodamiento es el cojinete que minimiza la fricción que se produce entre el eje y las piezas que están conectadas a él. Esta pieza está formada por un par de cilindros concéntricos, separados por una corona de rodillos o bolas que giran de manera libre.

En este proyecto, se usan varios rodamientos, pero los más destacables son los rodamientos de rodillos cruzados situados entre el pilar y el soporte de la pluma, estos además de permitir el giro del soporte sobre el pilar, son capaces de mantener los dos elementos unidos para evitar que se despeguen cuando se están manipulando cargas, al fijarlos mediante los agujeros realizados al pilar y al soporte, del mismo diámetro que los del rodamiento.

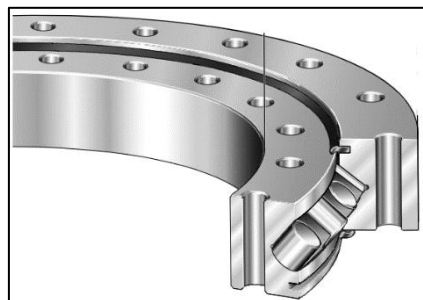


Ilustración 31. Rodamientos de rodillos cruzados Fuente : <http://medias.ina.com/>

### 3.3.6. Eje



Ilustración 32. Eje

Fuente : <https://www.manutan.es/>

Se trata de una pieza fabricada en acero aleado 42CrMo4, con lo que se fabrican los ejes. Su principal función es la de permitir un giro coaxial relativo de forma que no exista contacto directo entre ellas, evitando así el desgaste prematuro de los componentes. Al ser piezas de tamaño reducido y coste, es más aconsejable su empleo desde el punto de vista económico.

Es un órgano de forma preferentemente cilíndrica en el que se apoyan otras piezas, el cual está sometido principalmente a flexión.



### 3.3.7. Pernos para el anclaje al suelo

Los pernos de anclaje son de acero y se emplean para conectar elementos estructurales y no estructurales al hormigón. Estos pernos transfieren diferentes tipos de carga, como son la fuerza de tensión y las fuerzas de corte.

Los pernos que se emplean para la fijación del manipulador de carga ingrávito son en forma de L como puede apreciarse en la imagen. Se opta por el empleo de estos pernos porque son los que proporcionan mayor fijación al pilar al suelo.



Ilustración 33. Pernos de fijación  
Fuente : <https://www.downlight.cl/>

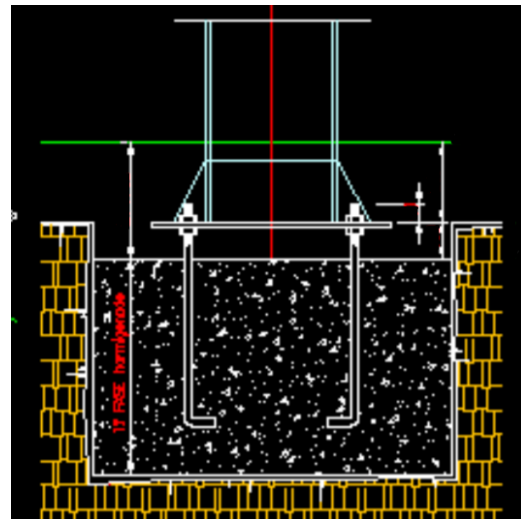


Ilustración 34. Imagen de los pernos fijados en hormigón  
Fuente : <https://forums.autodesk.com/>

### 3.3.8. Mando de control

El mando de control se emplea para controlar la carga y descarga del producto, además de los movimientos de elevación que se realizan gracias al cilindro neumático. Este sistema, como modo de seguridad, tiene colocados botones que deben ser pulsados con los dedos de ambas manos de forma simultánea, logrando así, que el operario no logre dirigir el manipulador de carga mediante una mano y pueda lastimarse la otra.

Para mayor comodidad del operario, se emplean botones en la parte superior, para cuando tiene el robot cargando elementos desde el suelo, y otros en la parte inferior, para cuando se tiene que depositar la carga a una altura, proporcionándole una mayor comodidad.



Ilustración 35. Mando de control Fuente : <https://www.dalmec.com/es/>

En cuanto a los materiales de construcción se refiere, como pueden ser el pilar, el sistema de agarre, la pluma o el soporte de la pluma, se decide realizarlos en acero S275 por los siguientes motivos :

El acero presenta 3 grandes **ventajas** a la hora de construir estructuras:

- Soporta grandes esfuerzos o pesos sin romperse.
- Es flexible. Se puede doblar sin romperse hasta ciertas fuerzas. Un edificio de acero puede flexionar cuando se empuja a un lado por ejemplo, por el viento o un terremoto.
- Tiene Plasticidad. Incluso puede doblarse (plasticidad) sin romperse. Esta propiedad permite que los edificios de acero se deformen, dando así a la advertencia a los habitantes para escapar.

Esto se debe a que el acero es una aleación de hierro ( Fe ) y carbono ( C ), siempre con un porcentaje de carbono menor al 2 %, gracias a esto, este material consigue tener las propiedades mencionadas.

### 3.4. Diseño de componentes

El diseño de los componentes que conforman el manipulador de carga ingrávido se ha realizado tomando como punto de partida el diseño realizado por otras empresas y cogiendo como referencia las normativas mencionadas anteriormente.

Los manipuladores de carga ingrávidos que se han tomado como ejemplo son el modelo SAMSO ZA de la marca SMA ( Sistemas de Manipulación Asistida ) y el modelo MEGAPARTNER del fabricante DALMEC.



Ilustración 36. Manipulador SMC  
Fuente : <https://www.smamotronic.com/>

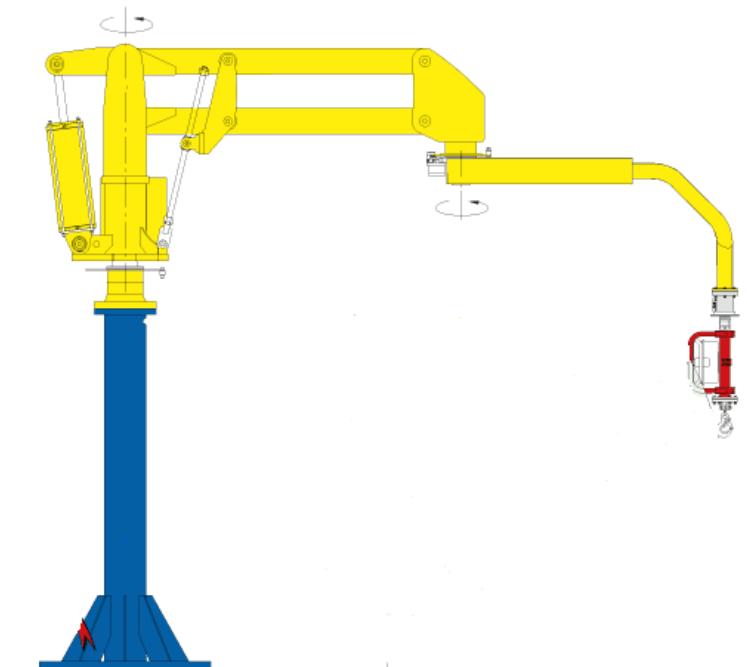


Ilustración 37. Manipulador DALMEC.  
Fuente : <https://www.dalmec.com/es/>

#### 3.4.1. Base estructura. Pilar.

Para este se ha optado por realizar un diseño similar a los dos modelos anteriores, diseñando un pilar cilíndrico, para evitar esquinas con las que el trabajador del ingrávico pueda golpearse.

En la parte inferior se ha decidido realizar una base de mayor grosor respecto a la de los anteriores fabricantes, para dotar a la estructura de una mayor rigidez.

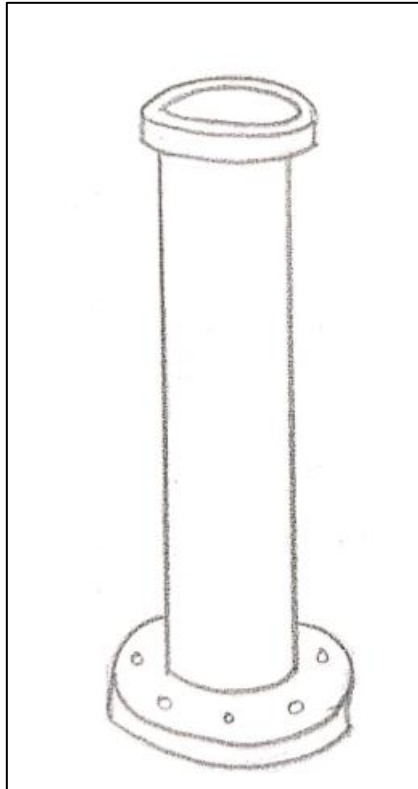
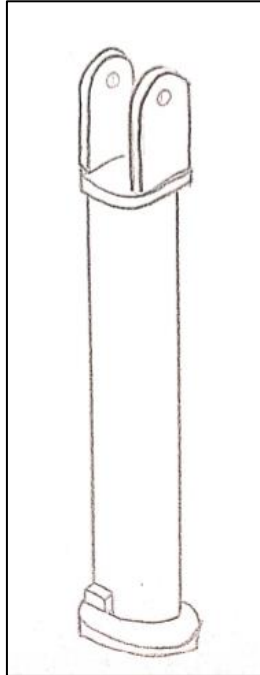


Ilustración 38. Pilar

Fuente : Propia

### 3.4.2. Soporte conexión pilar-pluma

El diseño empleado en el soporte, está basado en el soporte del ingrávido del fabricante SMC. Pero a diferencia de ese, se decide colocar el soporte de anclaje del cilindro neumático en la parte posterior, de forma que entre la pluma y el soporte, se deja un espacio libre, evitando así que los trabajadores puedan golpearse con el cilindro neumático.



*Ilustración 39. Soporte pilar-pluma*  
*Fuente: Propia*

### 3.4.3. Pluma

La pluma, a diferencia de los anteriores fabricantes mencionados, dado que el peso a elevar no es excesivamente pesado, se ha decidido emplear una única pluma para realizar los movimientos respectivos.

Para poder cumplir con el requisito del peso máximo del conjunto, la pluma no se ha fabricado como una pieza maciza, sino que esta hueca por dentro, con un espesor en las 4 paredes de 5cm.

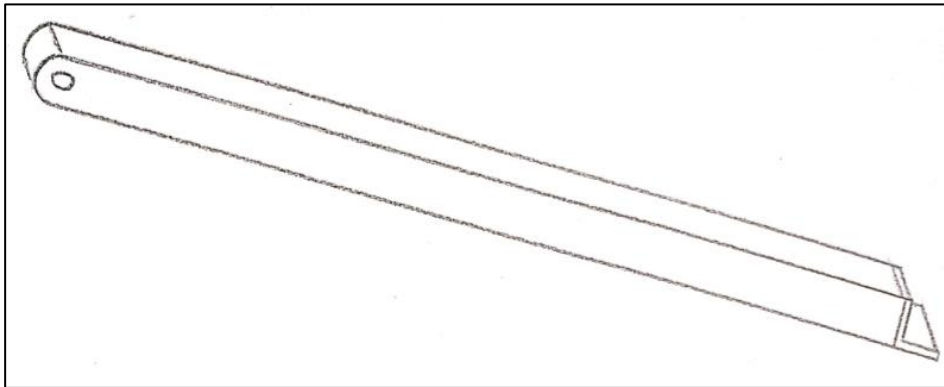


Ilustración 40. Pluma Fuente : Propia

### 3.4.4. Brida

A la hora de diseñar este componente, se ha tenido en cuenta todo el peso que debe soportar, además de tener que ser capaz de realizar giros con la carga, por lo que se ha diseñado de forma que se consiga una relación peso/resistencia máxima posible. Teniendo en cuenta esto, en vez de fabricarla maciza, se le realizó un agujero en el centro de 17.5mm, logrando reducir su peso sin apenas afectar a sus propiedades.

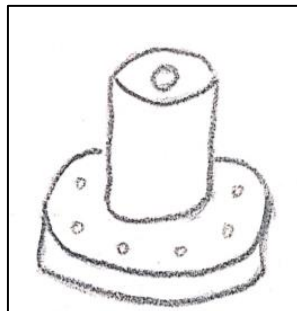
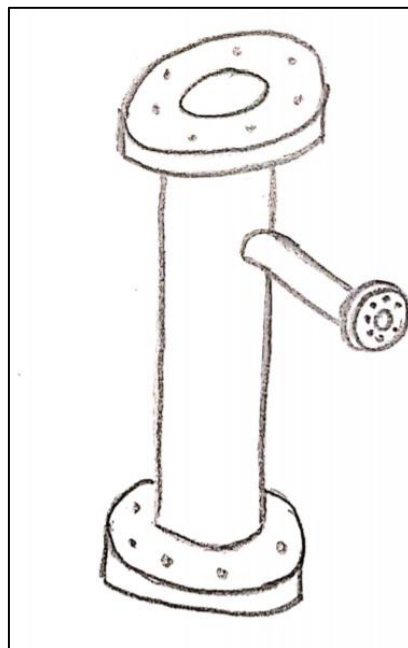


Ilustración 41. Brida Fuente : Propia

#### 3.4.5. Amarre del manipulador

Se ha realizado el diseño de esta pieza para poder conectar el brazo, con el sistema de agarre y el amarre desde el que se controla el ingrávico. De esta forma, se consigue tener todo conectado entre sí, de forma que desde el amarre se puede dirigir el ingrávico.

La pieza está sometida a tracción por lo que en los extremos donde va fijada, se emplea un espesor de 15mm, evitando posibles fracturas que puedan generarse debido la tensión a la que se somete.



*Ilustración 42. Amarre manipulador*

*Fuente : Propia*

#### 3.4.6. Brazo del manipulador

Para el diseño del brazo del manipulador, se han analizado los brazos de los dos fabricantes mencionados anteriormente y se ha desarrollado uno propio, el cual tiene una forma y diseño que se cree más correcto para el desempeño del trabajo.

Para reducir su peso, se le realiza un vaciado interno, sin que las propiedades físicas del componente se vean dañadas, el diámetro del vaciado que se realiza es de 32mm.

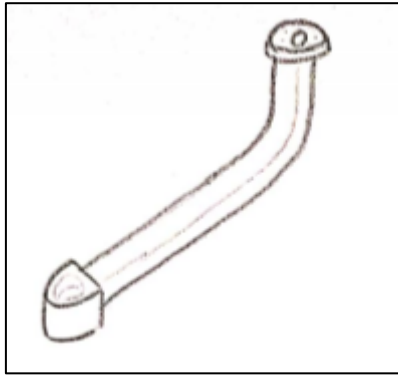


Ilustración 43. Brazo Fuente: Propia

#### 3.4.7. Soporte del sistema

El diseño de este componente se basa en los diseños que se pueden encontrar en los ingravidos del fabricante SMC o DALMEC.

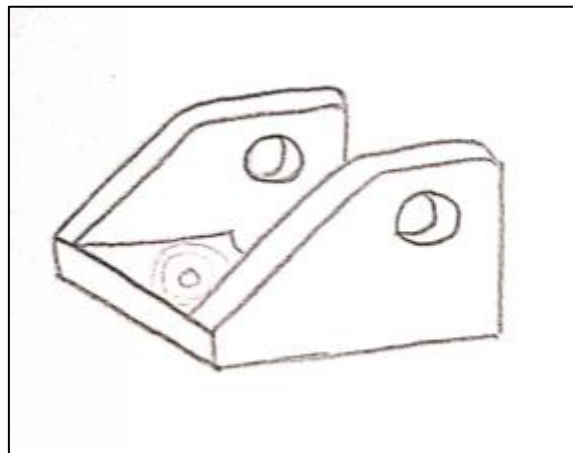


Ilustración 44. Soporte Fuente : Propia



## 4. Modelado en 3D

Para realizar el modelado del manipulador de carga ingrávito se ha empleado el programa SOLIDWORKS, con la versión 2020. Este programa se centra en el diseño 3D, facilitando el proceso de trabajo y diseño mediante una clara visualización del trabajo realizado y facilitando el proceso de modificar y corregir los elementos ya diseñados. Además, permite el análisis y simulación mediante elementos finitos y la elaboración de diseños en 2D de forma sencilla desde el elemento en 3D entre sus muchas funciones y complementos.

Para la realización de este proyecto, en primer lugar se ha realizado un diseño a mano alzada para establecer cuál sería el diseño a seguir.

Una vez determinado el diseño a realizar, se comienza realizando el pilar de la estructura.

Cabe destacar que, además de los componentes que se han mencionado anteriormente, también se diseñarán todos los componentes necesarios para un montaje completo del manipulador de carga ingrávito.

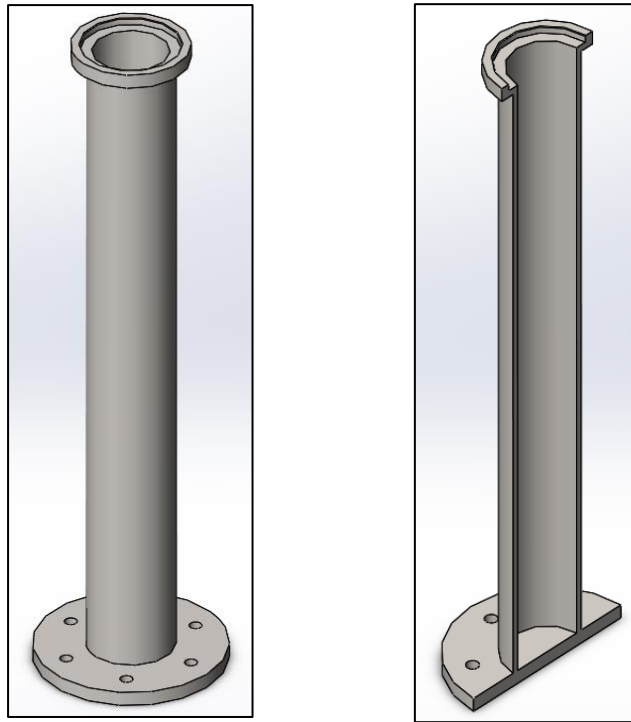
### 4.1. Pilar

Teniendo como referencia los criterios previos, se procede al diseño inicial del pilar, el cual se modelará en una única pieza, exceptuando los orificios de unión y de anclaje al suelo, los cuales se mecanizarán después.

Para comenzar, se realiza un croquis en 3D de la estructura principal. Este croquis en 3D se realiza mediante un mismo plano.

Se trata de una pieza fabricada en acero. Su principal función es la de ejercer como base del manipulador de carga ingrávito, por lo que debe ser capaz de soportar todas las cargas generadas y debe estar bien amarrado al suelo.

Se modela comenzando por un cilindro de 900mm de longitud y de diámetro interno 104mm y externo 120mm. Una vez finalizado, se le acoplan dos cilindros en los extremos. El situado en el extremo inferior, es de mayor diámetro ya que tiene que actuar como base, por ello tiene un diámetro de 260mm y un espesor de 20mm. Además, contiene 6 orificios de métrica 17.5mm, que se emplean para introducir los herrajes que anclan el pilar al suelo.

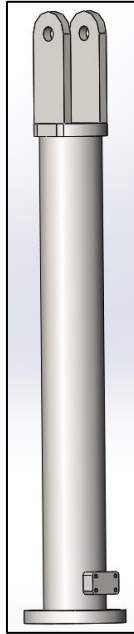


*Ilustración 45. Pilar*

*Fuente : Propia*

En cuanto al cilindro de la parte superior, tiene también, un espesor de 20mm, pero a diferencia del inferior, este contiene un diámetro exterior 160mm e interior de 135mm, teniendo este último una profundidad de 10mm.

#### 4.2. Soporte pilar-pluma



*Ilustración 46. Soporte pilar-pluma  
Fuente : Propia*

La pieza que conforma el soporte, está realizada en acero y se modela de forma similar al pilar pero con diferentes aspectos, ya que las dos aletas superiores se sueldan a la base, así como la aleta donde va anclado el pistón.

En la parte superior, contiene dos salientes de 15mm de espesor, los cuales tienen extremos redondeados de 35mm y un orificio concéntrico al redondeo de 23mm de diámetro, donde va situado el pasador que une esta pieza con la pluma.

La aleta donde va sujeta el pistón, es una pieza muy importante debido al papel crítico y fundamental que juega en la misma. Su función es la de servir de nexo de unión entre el elemento que aporta la fuerza necesaria para que el pistón pueda extenderse y contraerse. Por ello se trata de la pieza que va a estar sometida a grandes esfuerzos y la que es esencial que pueda resistirlos y transmitirlos adecuadamente. Cabe destacar su correcta colocación es extremadamente vital ya que en función del ángulo que exista con respecto a la horizontal, el pistón, hará más o menos esfuerzo para levantar las cargas.

#### 4.3. Pluma

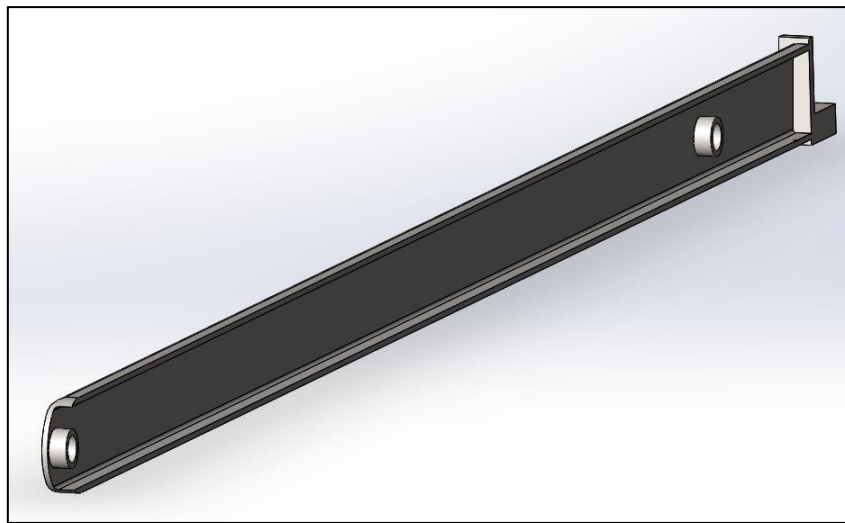
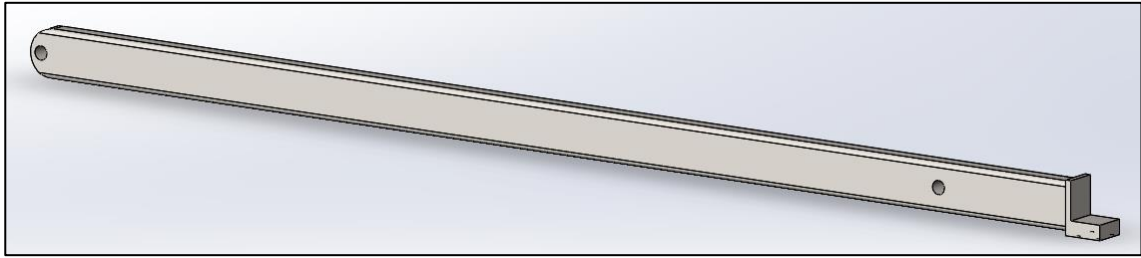


Ilustración 47. Pluma Fuente : Propia

Esta pieza es la más importante de la máquina debido al papel crítico y fundamental que juega en la misma.

Para modelarla, se dibuja un rectángulo de 80x40mm y posteriormente se extruye una distancia de 1960mm. Con el rectángulo realizado, se realizan unos recortes en el extremo izquierdo, redondeando el extremo y realizando un orificio para el pasador. Además, se le realiza también un recorte a 250mm del extremo derecho, para la disposición de otro pasador. Una vez finalizados con los recortes, se procede a realizar el máximo vaciado permisible, aligerando la pieza mientras que la pluma sea capaz de soportar las cargas máximas establecidas, sin sufrir roturas ni deformaciones.

A continuación, y sobre el extremo derecho, se realizan la extrusión para generar unas pletinas sobre las que ira sujeto el pistón.

#### 4.4. Brazo

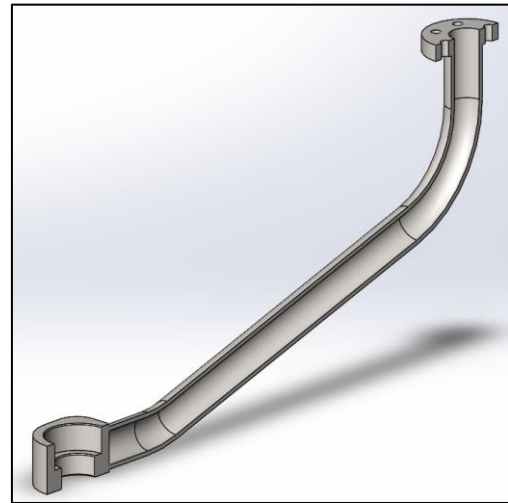
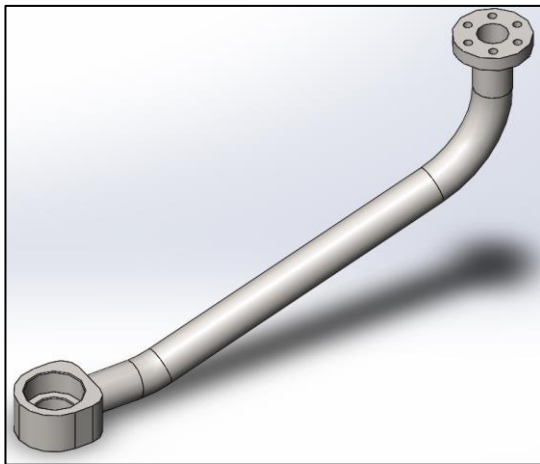


Ilustración 48. Brazo

Fuente : Propia

Se trata de una pieza que permite realizar giros respecto al plano horizontal, logrando así, un radio de giro desde la parte interna de la pluma, hasta realizar una extensión para lograr el radio de giro máximo.

Para realizar el modelado, se realiza una revolución sobre el eje que se dibuja, el cual contiene las curvas y formas que se desea que tenga el brazo. Respecto a los extremos, se fabrican por separado para más tarde unirse al tubo mediante soldaduras.

Respecto a las medidas, el tubo circular, contiene un diámetro exterior de 40mm , mientras que el interior es de 32mm. En cuanto a las piezas exteriores, la posicionada en el extremo derecho, la cual va unida a la brida, es circular, con 80mm de diámetro y un espesor de 15mm.

Sin embargo, la del extremo izquierdo, contiene dos círculos interiores, el más pequeño de 42mm de diámetro y 20mm de profundidad, y el segundo, de 60mm de diámetro y 25mm de profundidad.

#### 4.5. Brida

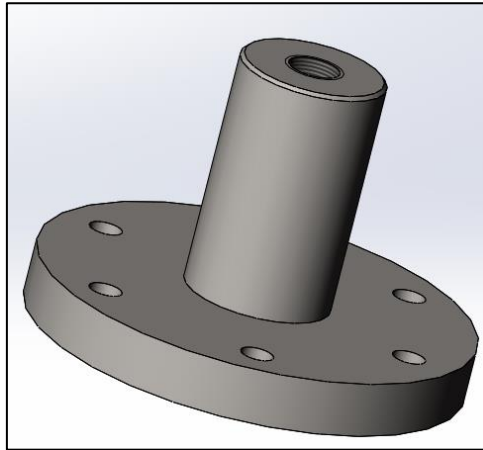


Ilustración 49. Brida Fuente : Propia

La brida se ha modelado teniendo en cuenta los ejemplos de los fabricantes anteriormente mencionados.

En este caso, se ha diseñado un cilindro de 40mm de diámetro y 65mm de longitud, a los cuales se le añaden un cilindro de 80mm de diámetro y 15mm de profundidad al final. Este último cilindro, incorpora una serie de orificios de métrica 8 mm para la conexión con el brazo mediante tornillos.

#### 4.6. Mando de control

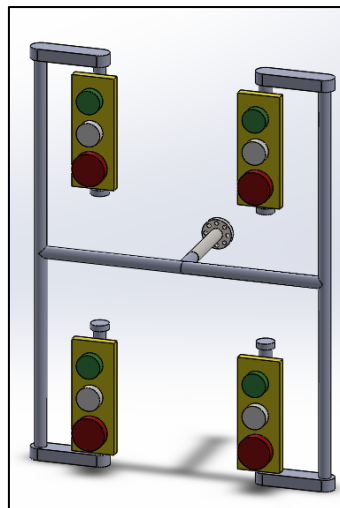


Ilustración 50. Mando de control Fuente : Propia

Este componente es un elemento comercial, por lo que las medidas que se han empleado para su diseño son aproximadas. Está formado por 4 sistemas de

botones con los que se controla el manipulador de carga. Dos en la parte superior y otros dos en la parte inferior.

Se emplean dos sistemas, tanto en la parte superior como el inferior, para que el robot se controle y dirija con ambas manos, y no quede ninguna libre con la que puedan generarse daños a raíz de despistes. De la misma forma, los botones situados en la parte superior están dispuestos para emplearse cuando debe cogerse la carga desde el suelo, para evitar que el operario deba agacharse mucho. Así como los de la parte inferior, colocados para cuando se eleva la carga, el operario no tenga que estirarse y el control del manipulador de carga sea lo más cómodo posible.

#### 4.7. Unión

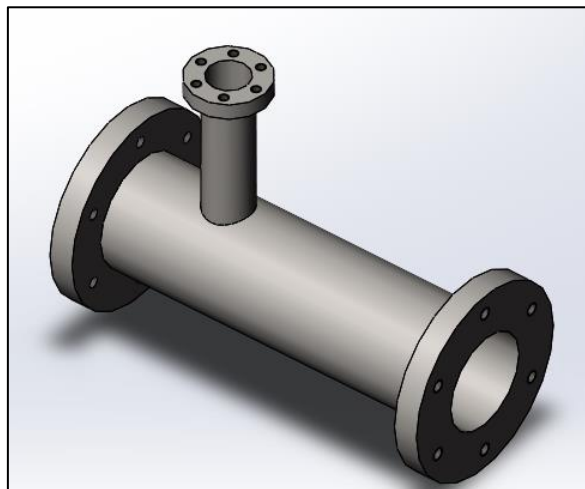


Ilustración 51. Unión Fuente : Propia

Esta pieza se emplea como unión de conexión de tres componentes diferentes. Por un lado, la parte superior se une a la brida que va conectada con el soporte a la pluma, la parte inferior va única al sistema de agarre, y el cilindro que sobresale se emplea para colocar el mando de control del robot.

Esta pieza se fabrica en acero, partiendo de un cilindro de 70mm de diámetro exterior y 60mm de interior, con una longitud de 220mm.

Tanto en el extremo izquierdo, como en el derecho, se acoplan cilindros de 120mm de diámetro y 15mm de espesor, los cuales contienen unos orificios de

métrica 8 que se emplean para colocar las tuercas que conectan con los demás componentes.

A 75mm del extremo izquierdo, se posiciona un cilindro de diámetro exterior 30mm y longitud 95mm, al cual se le acopla un cilindro de 50mm y espesor 10mm, con orificios de métrica 6, para conectar con el mando de control.

#### 4.8. Sistema de agarre

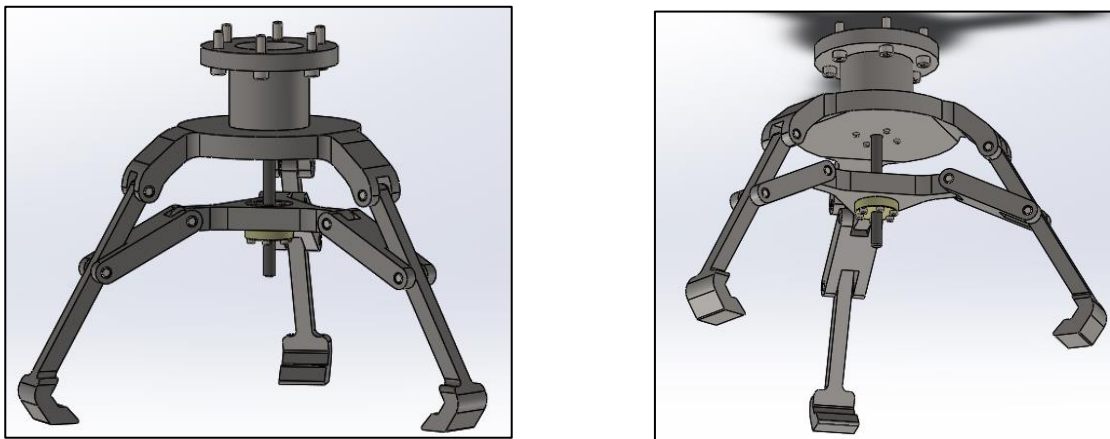


Ilustración 52. Sistema de agarre Fuente : Propia

Este sistema, se ha diseñado basándose en los sistemas de agarre de los demás fabricantes, y realizando las mejoras que se consideraban necesarias. Su diseño, se compone de varios elementos que tras fabricarlos, se ensamblaron para obtener el sistema final.

A continuación se expresan los componentes necesarios :



#### 4.8.1. Soporte

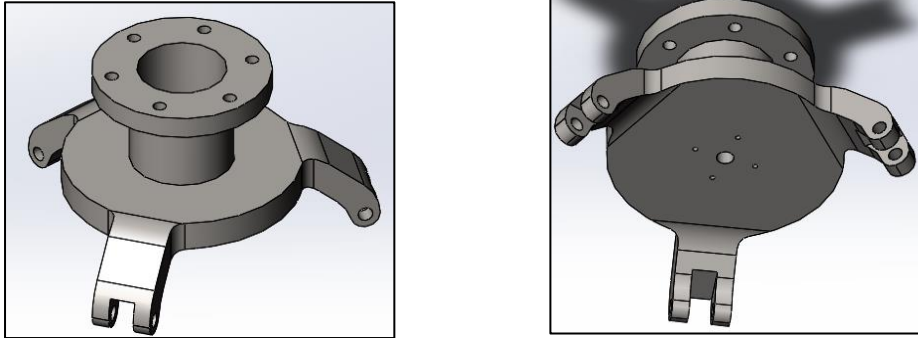


Ilustración 53. Soporte Fuente : Propia

Se trata de un mecanismo que va anclado al soporte de unión mencionado anteriormente. Se realiza en acero.

El modelado, es el más complejo de realizar en comparación con los demás componentes, ya que no es una pieza simétrica, y aunque tiene elementos que se repiten como los tres salientes, dado a sus formas y particularidades, su fabricación es más compleja.

La parte superior, está formada por un cilindro de 120mm de diámetro exterior y 44mm de diámetro interior, con 15mm de espesor, de la misma medida que el soporte de unión con el que se une. Este cilindro contiene 6 orificios de métrica 9 y posicionados a 47.5mm del centro.

En cuanto a los tres salientes de la parte inferior, están posicionados con una inclinación de  $40^\circ$  y terminan en forma redondeada, lograda mediante un radio de 25mm. Al final de estos salientes, se realizan unos agujeros de 10mm, posicionados a 120mm del centro del elemento y a una distancia de 120mm de la superficie.

#### 4.8.2. Pinza

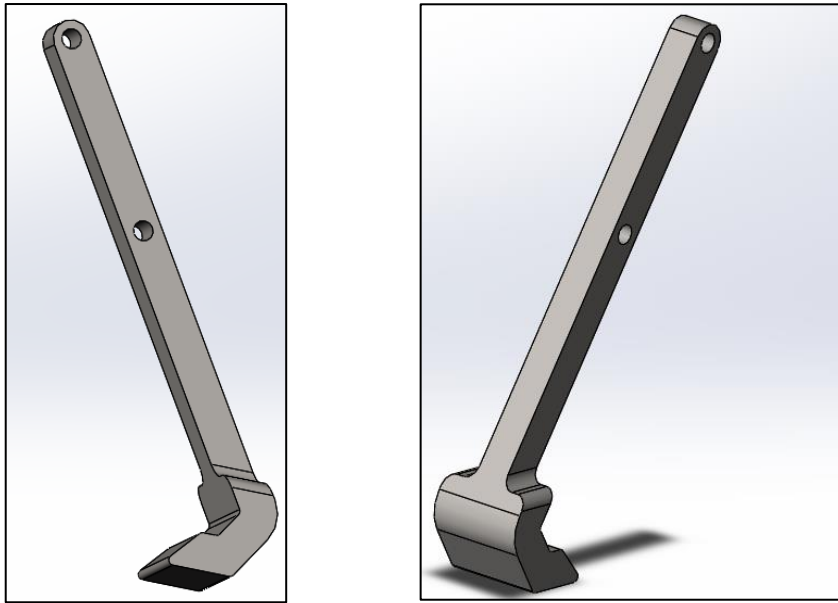


Ilustración 54. Pinza Fuente : Propia

Se trata de tres pinzas que se encuentran acopladas mediante los usillos y pasadores al soporte y mediante las cuales se agarra la carga.

El modelado de la misma se parte de un rectángulo de 230x40x53 mm el cual se va recortando hasta obtener la pieza deseada con las medidas requeridas. Tras finalizar la pieza, se le realizan unos orificios a 80mm uno del otro, de 8mm de diámetro y siendo el orificio exterior concéntrico con el redondeo del extremo, el cual tiene un radio de 7.5mm.



Ilustración 55. Extremo de la pinza Fuente : Propia

El borde que contiene en su interior el círculo rojo, se decide aplicarle un redondeo de 2mm de radio, para evitar que este afilado y pueda dañar el producto o pueda dañarse el operario que controla el manipulador de carga.

#### 4.8.3. Biela

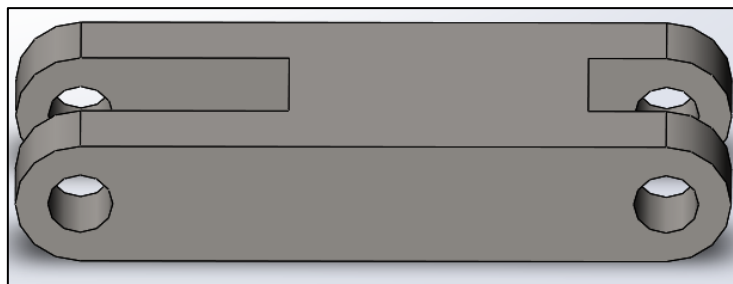
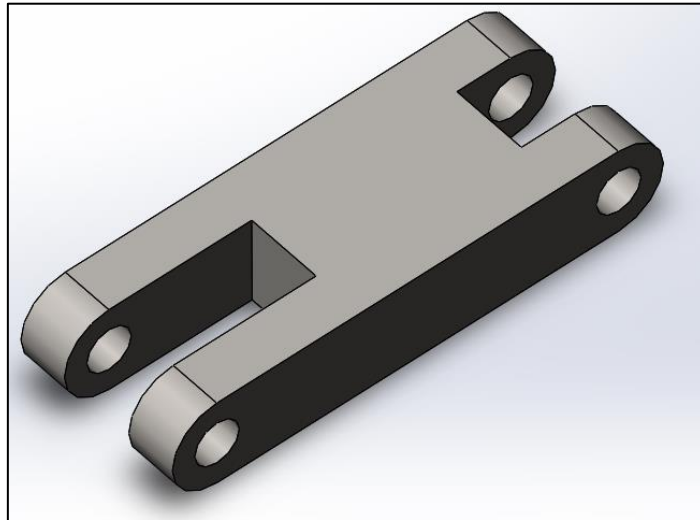
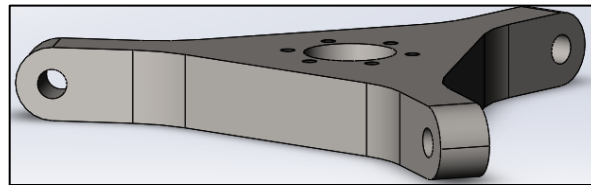
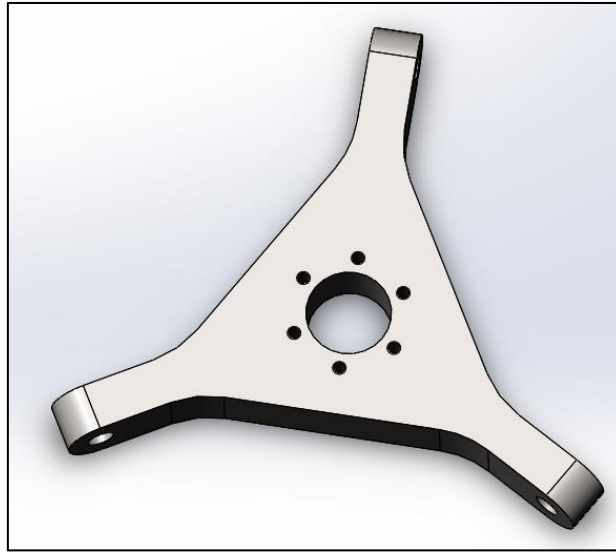


Ilustración 56. Biela Fuente: Propia

La finalidad de esta pieza es transformar el movimiento alternativo en rotativo. Para ello, se conecta tanto a la pinza como al soporte mediante unos pasadores. Esta pieza está formada en acero.

Para su modelado, se parte de una pieza rectangular de 20x110x40mm, a la que se le realizan dos recortes de forma rectangular, uno de 20x42x17mm y otro de 20x22x17mm. Una vez realizados los recortes, se redondean los extremos dándoles un radio de 10mm. El modelado de la pieza se concluye con la perforación de dos orificios concéntricos a los radios de los extremos de 10mm de diámetro cada uno.

#### 4.8.4. Placa husillo



*Ilustración 57. Placa husillo*

*Fuente : Propia*

Para el modelado de este componente se parte de un rectángulo de 150x150x20mm, al que se le aplica los recortes necesarios para obtener la forma triangular junto con los extremos de cada vértice. Una vez finalizados los recortes, se realizan las perforaciones sobre las caras verticales de los extremos de los vértices, para obtener agujeros de 8mm de diámetro. A estos extremos se les realiza un redondeo para evitar las aristas vivas, con un radio de 10mm y con el centro concéntrico a los agujeros.

Tras las perforaciones laterales, se realizan las de la superficie, con un agujero de 25mm en el centro de la pieza, acompañado por 6 orificios de métrica 4 posicionados a 34mm del centro.

#### 4.8.5. Pasador

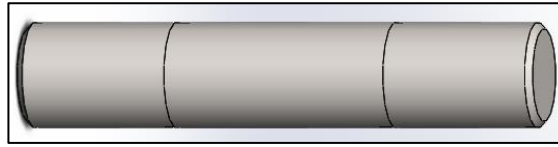


Ilustración 58. Pasador Fuente : Propia

Se trata de una pieza fabricada a partir de una aleación de acero, concretamente 42CrMO4 . Su principal función es la de permitir un giro de forma que no exista contacto directo entre las piezas que une, evitando así el desgaste de las mismas a costa de que sea esta pieza la que vaya desgastándose y deteriorándose. Al ser piezas de reducido tamaño y coste, es más aconsejable que esta sea la pieza que sufra desgaste, ya que su reparación es más sencilla y económica.

Respecto a sus medidas se refiere, los pasadores empleados en el sistema de agarre, tienen un diámetro de 20mm y una longitud de 90mm.

#### 4.9. Resultado final

Como resultado final del proceso, obtenemos un modelo completo en 3D de un manipulador de carga ingrávito acorde con las especificaciones y normativas vigentes.

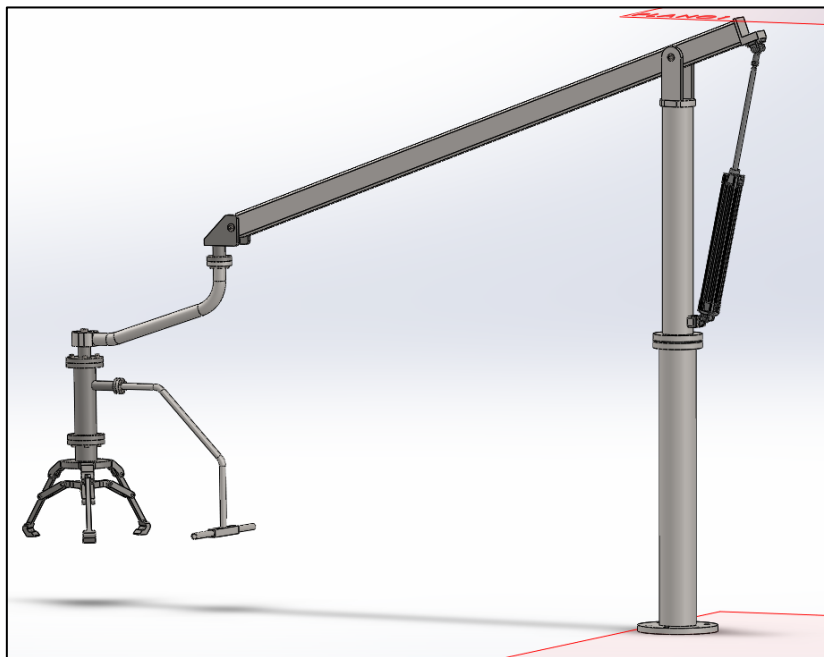


Ilustración 59. Resultado final Fuente : Propia

## 5. Especificaciones elementos comerciales

### Especificaciones:

Cilindro neumático → Cilindro comercial marca SMC, modelo CD965D40-350C

→ Ø40mm carrera 350mm

Motor paso a paso → Motor comercial marca IGUS ROT-ST-42-LAA

→ 0.5 Nm

$$\text{Calculo par motor : } M_{\text{motor}} : \frac{F \cdot P}{2\pi\eta} = \frac{250 \cdot 0.002}{2\pi \cdot 0.9} = 0.0884 \text{ Nm}$$

F : Fuerza

P : peso

$\eta$  : Rendimiento

Husillo → Marca IGUS PTGSG-MOT-10X2-R-ES Ø10mm p=2mm L=150mm

Casquillos → Marca IGUS igildur G (casquillo con brida)

- Ø 8mm L: 4.5mm
- Ø 20mm L: 11.5mm
- Ø 20mm L: 16.5mm

Tuerca Husillo → IGUS JFRM-2525TR10X2

Rodamiento axial agujas → INA-FAG AXK 4060 Dint=40mm Caxial= 28000N

Rodamiento axial rodillos → INA-FAG 81120-TV Dint=100mm Caxial=199000N

Casquillos → Comercial, marca IGUS

El manipulador de carga, cuando se posiciona, requiere una reducción de la tensión de la línea a 48v para alimentar el motor, por lo que se cogerá una fase de 220v y se pondrá un transformador para reducir la tensión a 48v.

Para facilitar el giro entre los elementos, se han colocado husillos y casquillos de la marca IGUS, rodamientos axiales de la marca Ina-fag.

La sujeción del pilar al suelo se realizara mediante unos pernos de anclaje para postes proporcionados por el fabricante MEGABRIGHT de diámetro 17mm y una largura de 500mm.

## 6. Ensayos

En este apartado se va a someter a los componentes del manipulador de carga a diferentes esfuerzos para comprobar la resistencia del sistema y comprobar si está correctamente dimensionado o si requiere que alguna parte sea modificada para mejorar su resistencia y prolongar su vida.

Para comprobar la resistencia y adecuación del sistema a los esfuerzos que debe soportar, se comenzara realizando ensayos con la carga establecida y se ira aplicando mayores cargas para comprobar que los elementos resisten cuando son sometidos a malas prácticas.

Para la realización de los ensayos se empleara el método de elementos finitos, por el cual mediante el programa de diseño SolidWorks se obtienen las tensiones que soportan las piezas, además del factor de seguridad aproximado.

### 6.1. Ensayo pilar

Este primer ensayo consiste en aplicar sobre el conjunto del pilar sobre que se sostiene el ingrávito la carga máxima que debe soportar, que para este caso, la masa máxima será considerando la elevación de la carga además de una mayoración.

Para esto se va a aplicar fuerza que generan todos los componentes que constituyen el ingrávito sobre el pilar, más la carga máxima que debe elevar, con lo que obtenemos que sobre la parte superior del pilar se aplican 1000N de fuerza

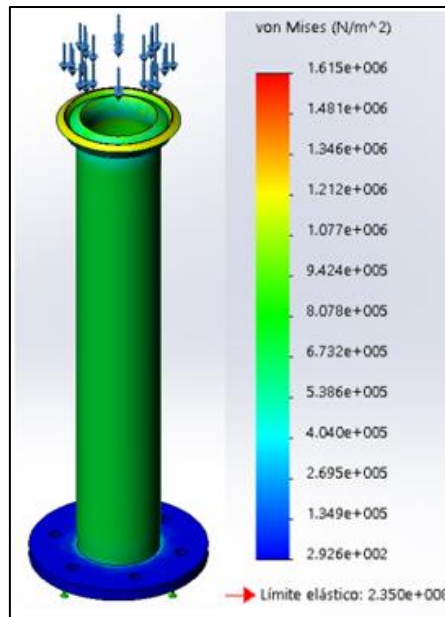


Ilustración 60. Ensayo. Tensiones del pilar

Fuente : Propia

Una vez se tiene la fuerza que actúa sobre el pilar, se debe conocer su respectiva sujeción, en este caso serán los pernos que están posicionados en los agujeros de la base y unidos a esta mediante tuercas.

Como se puede ver en el resultado del estudio, aunque la mayoría del componente tiene una carga intermedia, partes como la base, no sufren tanta tensión, al contrario que la parte inferior, que como es de esperar, es la que más tensión sufra ya que sobre esa zona se aplica toda la fuerza mencionada anteriormente.

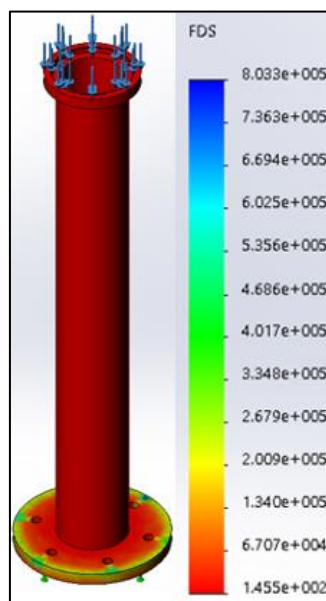


Ilustración 61. Ensayo. Factor de seguridad del pilar Fuente : Propia



En cuanto al factor de seguridad se refiere, tal y como puede apreciarse en la imagen, este componente tiene un factor de 150, lo que implica una total resistencia frente a dichas cargas, proporcionando una gran seguridad.

## 6.2. Ensayo soporte pilar-pluma

Este segundo ensayo consiste en aplicar sobre el conjunto del soporte pilar-pluma sobre el que se sostiene la pluma y el pistón que la eleva y la descende, se aplica la carga máxima que debe soportar, que para este caso, la masa máxima será considerando la elevación de la carga además de una mayoración.

Para esto se va a aplicar fuerza que generan todos los componentes que constituyen el ingrávico sobre el soporte pilar-pluma, más la carga máxima que debe elevar, con lo que obtenemos que sobre los orificios de la parte superior del pilar se aplican 1000N·m de momento torsor que genera la pluma mediante los giros de elevación y de descenso.

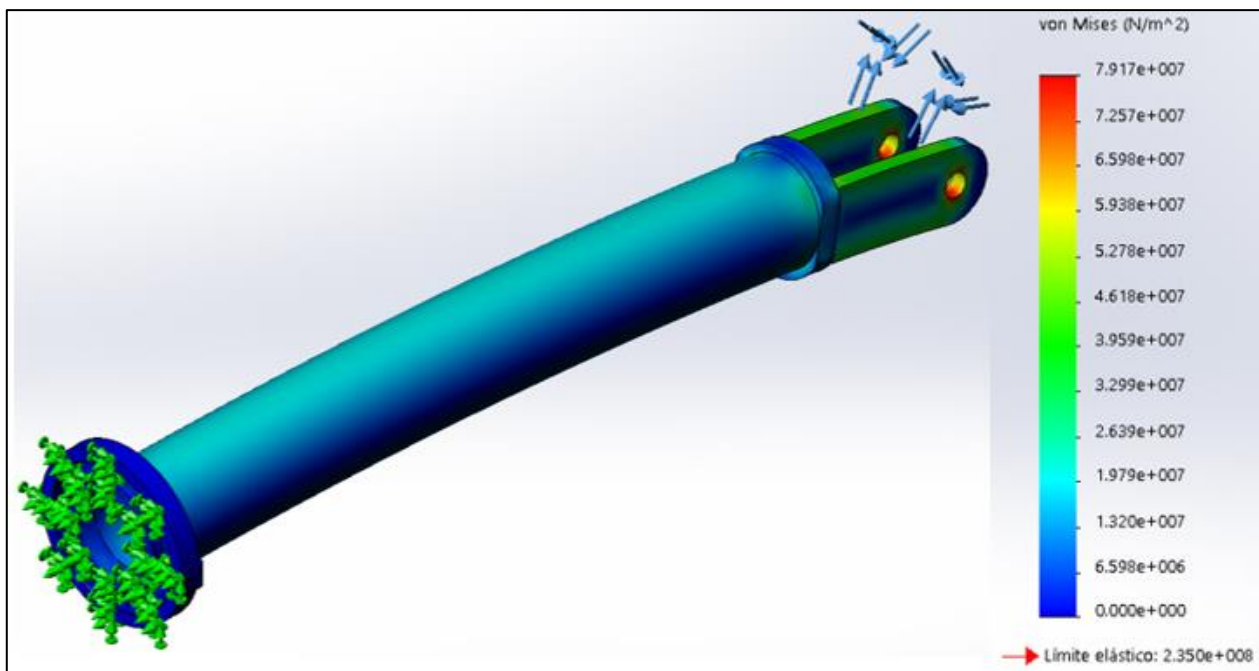


Ilustración 62. Ensayo. Tensiones del soporte pilar-pluma Fuente : Propia

Como se puede ver en el resultado del estudio, aunque la mayoría del componente tiene una carga baja, partes como la base, no sufren tanta tensión, al contrario que la parte inferior, que como es de esperar, es la que más tensión

sufra ya que sobre esa zona se aplica todo el momento torsor mencionada anteriormente.

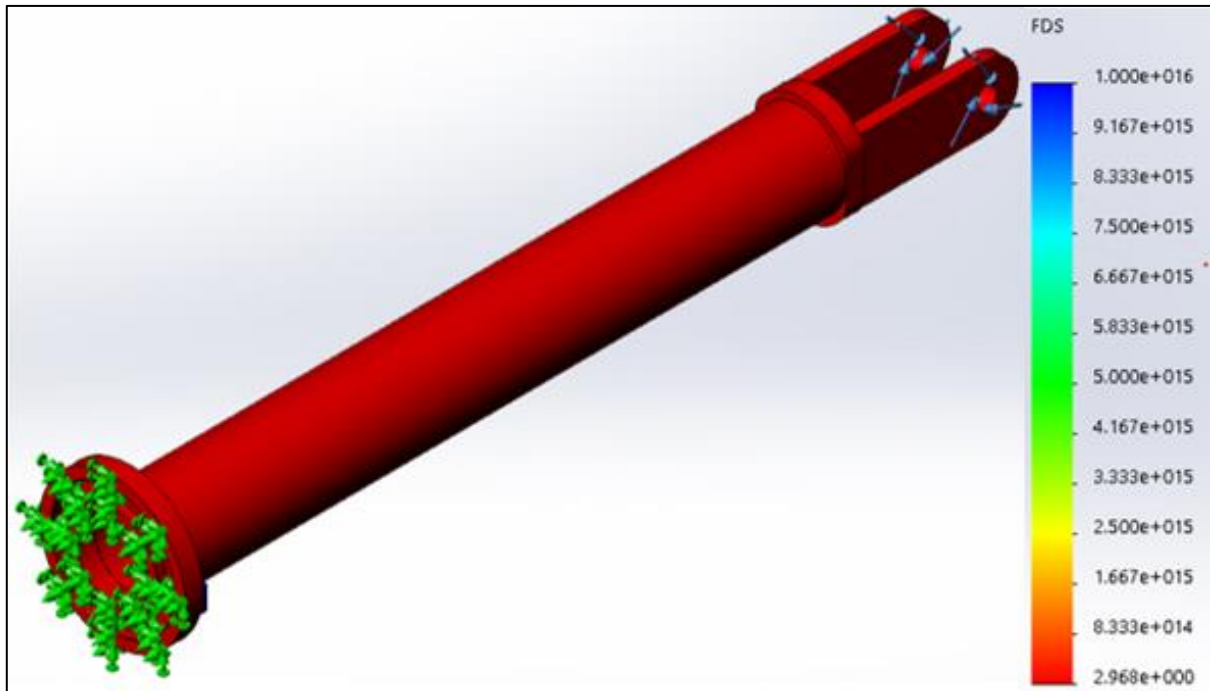


Ilustración 63. Ensayo. Factor de seguridad soporte pilar-pluma

Fuente : Propia

En cuanto al factor de seguridad se refiere, tal y como puede apreciarse en la imagen, este componente tiene un factor de 3, lo que implica que es capaz de soportar tres veces la carga máxima permitida, proporcionando una gran seguridad.

### 6.3. Pluma

El tercer ensayo consiste en aplicar sobre el componente denominado pluma, las cargas de torsión y fuerza que se generan en el orificio superior e intermedio. Para este caso, la masa máxima será considerando la elevación de la carga además de una mayoración.

Para esto se va a aplicar fuerza que generan todos los componentes que debe elevar la pluma en desde su extremo izquierdo, más la carga máxima que debe elevar, con lo que obtenemos que sobre los orificios de la parte superior del pilar se aplican 175 N·m de momento torsor que se genera en la pluma en la conexión con el soporte pilar-pluma, mediante los giros de elevación y de descenso de esta, además de una fuerza de 550N en el orificio del extremo izquierdo.

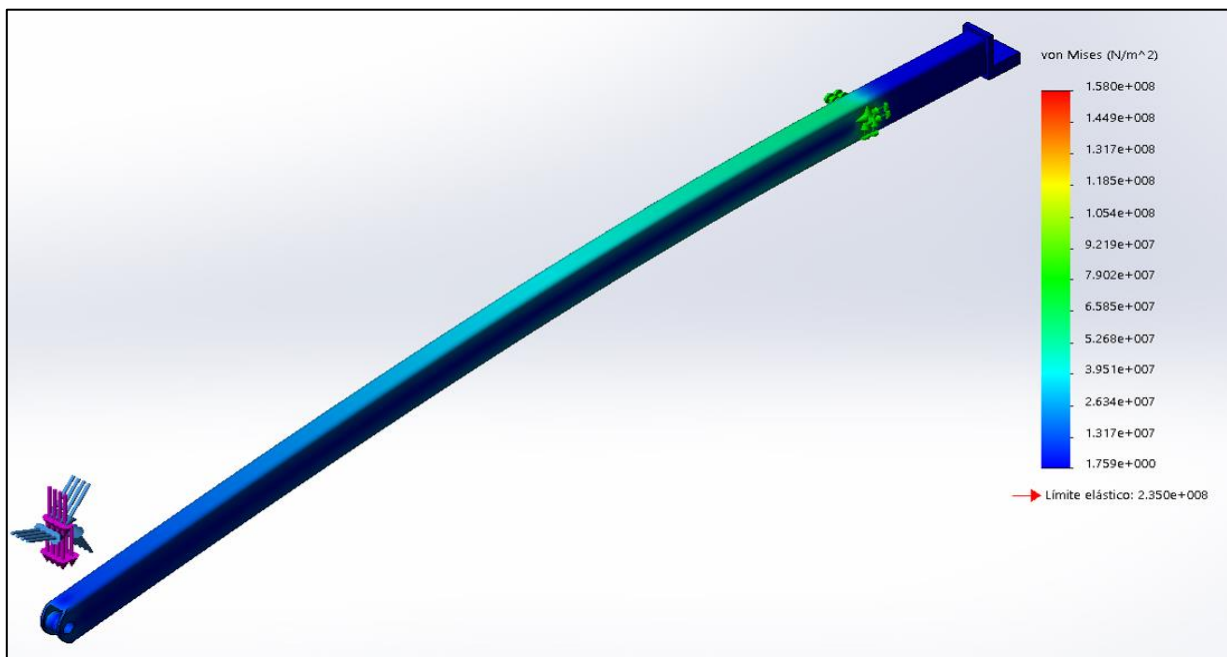
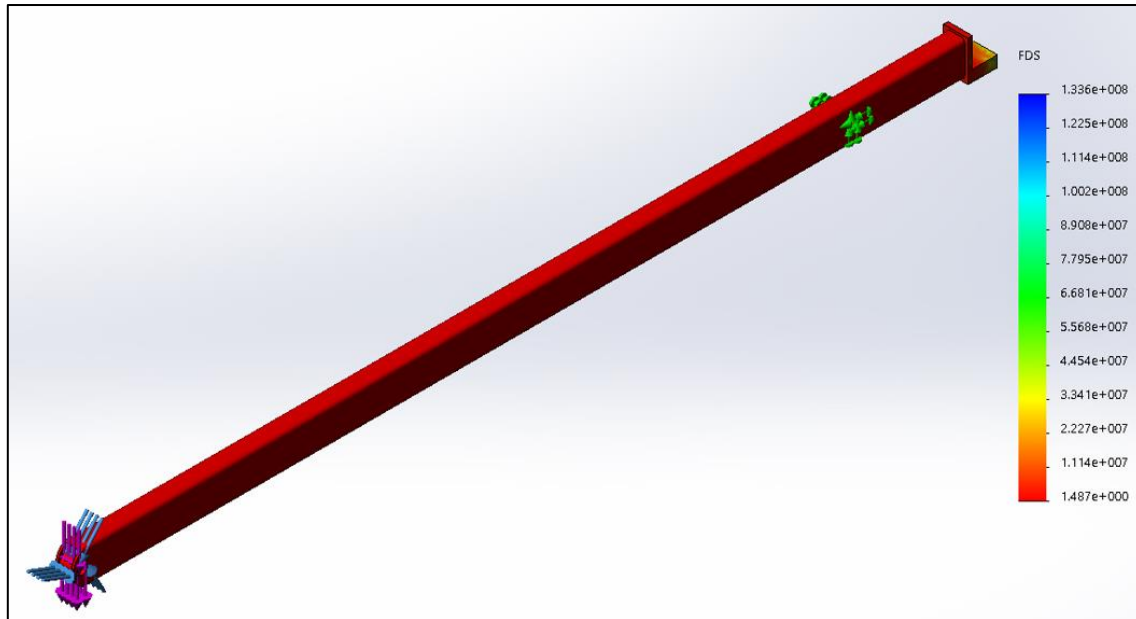


Ilustración 64. Ensayo. Tensiones de la pluma

Fuente : Propia

Como se puede ver en el resultado del estudio, aunque la mayoría del componente tiene una carga baja, no sufren tanta tensión, al contrario que la parte media, que como es de esperar, es la que más tensión sufre ya que sobre esa zona es donde se aplica toda la tensión generada por la elevación de las cargas.



*Ilustración 65. Ensayo. Factor de seguridad de la Pluma*

*Fuente : Propia*

En cuanto al factor de seguridad se refiere, tal y como puede apreciarse en la imagen, este componente tiene un factor de 1.5 , lo que implica que es capaz de soportar la carga máxima más la mitad de esta.

#### 6.4. Brazo

El cuarto ensayo consiste en aplicar sobre el componente denominado brazo, las cargas de torsión y fuerza que se generan en la parte superior y en el orificio inferior. Para este caso, la masa máxima será considerando la elevación de la carga además de una mayoración de 3 sobre el momento torsor.

Para esto se va a aplicar fuerza que generan todos los componentes que debe mover el brazo, más la carga máxima que debe elevar, con lo que obtenemos que sobre los orificios de la parte inferior del brazo se aplican 300 N·m de momento torsor que se genera en el brazo en la conexión con la brida, mediante los giros laterales, además de una fuerza de 400N en la parte superior del brazo.

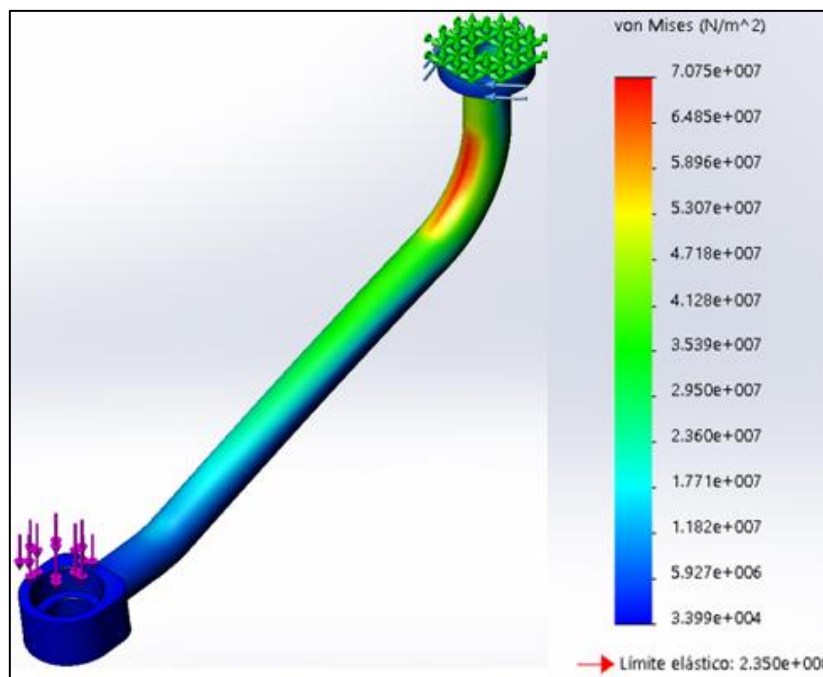


Ilustración 66. Ensayo. Tensiones del brazo

Fuente : Propia

Como se puede ver en el resultado del estudio, pueden apreciarse diferentes zonas, desde zonas con pocas carga, a zonas con una tensión elevada. Esto se debe a que la curva de la parte superior soporta todos los esfuerzos generados en la parte inferior, lo que implica una alta tensión en esa zona.

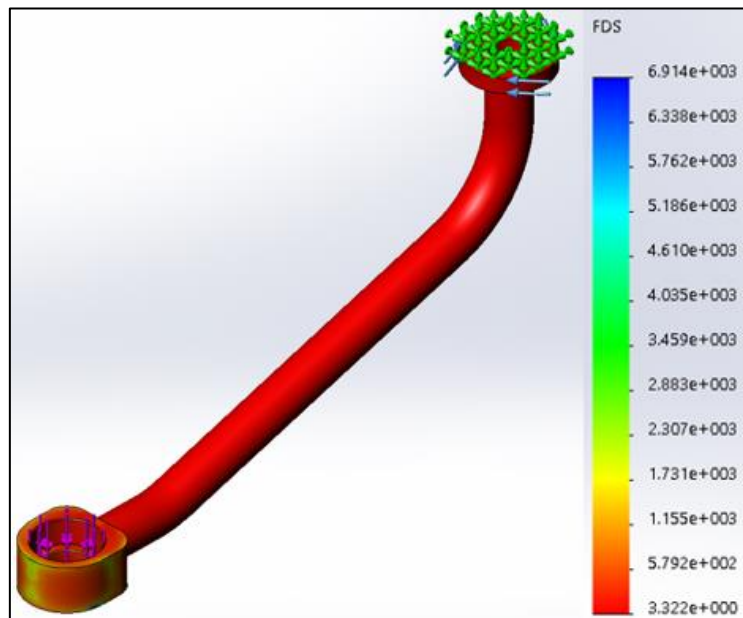


Ilustración 67. Ensayo. Factor de seguridad del brazo

Fuente : Propia

En cuanto al factor de seguridad se refiere, tal y como puede apreciarse en la imagen, este componente tiene un factor de 3.3 , lo que implica que es capaz de soportar 3.3 veces la carga máxima permitida.

## 6.5. Brida

El quinto ensayo consiste en aplicar sobre el componente denominado brida, las cargas de fuerza que se generan en la parte superior y en el orificio inferior. Para este caso, la masa máxima será considerando la elevación de la carga además de una mayoración.

Para esto se va a aplicar fuerza que generan todos los componentes que debe soportar la brida, más la carga máxima que debe elevar, con lo que obtenemos que se aplica una fuerza de 600N en la parte inferior.

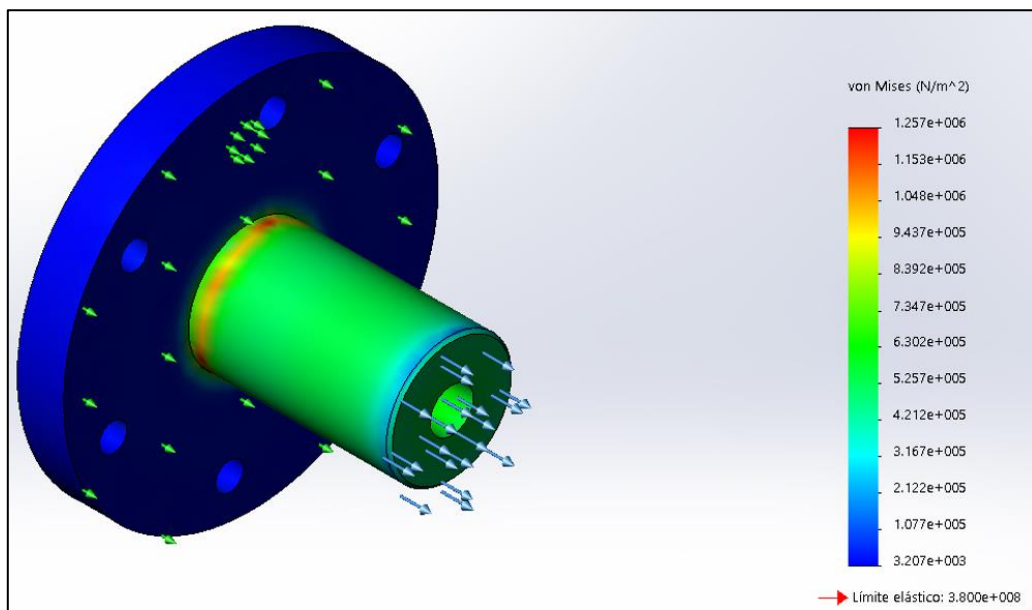


Ilustración 68. Ensayo. Tensiones de la brida

Fuente : Propia

Como se puede ver en el resultado del estudio, pueden apreciarse diferentes zonas, desde zonas con pocas carga, a zonas con una tensión intermedia. Esto se debe a que el cilindro derecho está traccionado, lo que implica una alta tensión en la zona de unión de los dos cilindros tal y como se aprecia en la imagen.

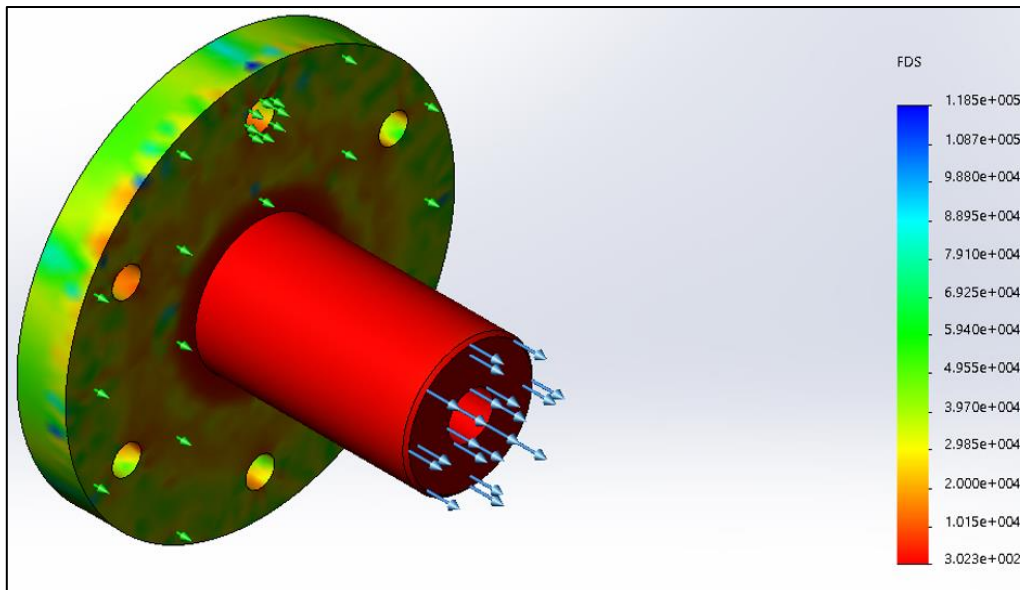


Ilustración 69. Ensayo. Factor de seguridad de la brida

Fuente : Propia

En cuanto al factor de seguridad se refiere, tal y como puede apreciarse en la imagen, este componente tiene un factor de 300 , lo que implica que es capaz de soportar 300 veces la carga máxima permitida.



## 6.6. Soporte del sistema

El sexto ensayo consiste en aplicar sobre el componente denominado soporte del sistema, las cargas de fuerza que se generan en la parte superior y en los orificios de las orejas superiores. Para este caso, la masa máxima será considerando la elevación de la carga además de una mayoración.

Para esto se va a aplicar fuerza que generan todos los componentes que debe soportar el soporte del sistema, más la carga máxima que debe elevar, con lo que obtenemos que se aplica una fuerza de 600N en la parte inferior.

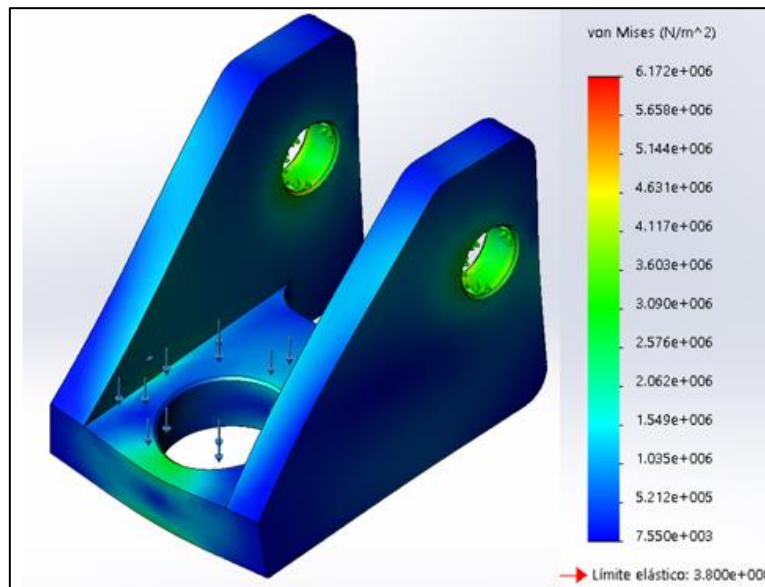


Ilustración 70. Ensayo. Tensiones del soporte del sistema Fuente :Propia

Como se puede ver en el resultado del estudio, pueden apreciarse diferentes zonas, desde zonas con pocas carga, a zonas con una tensión intermedia. La zona que más tensión recibe, son los orificios de las orejas laterales, ya que es donde va fijado esta pieza, por lo que era de esperar.

En cuanto al factor de seguridad se refiere, tal y como puede apreciarse en la imagen, este componente tiene un factor de 62 , lo que implica que es capaz de soportar 62 veces la carga máxima permitida.

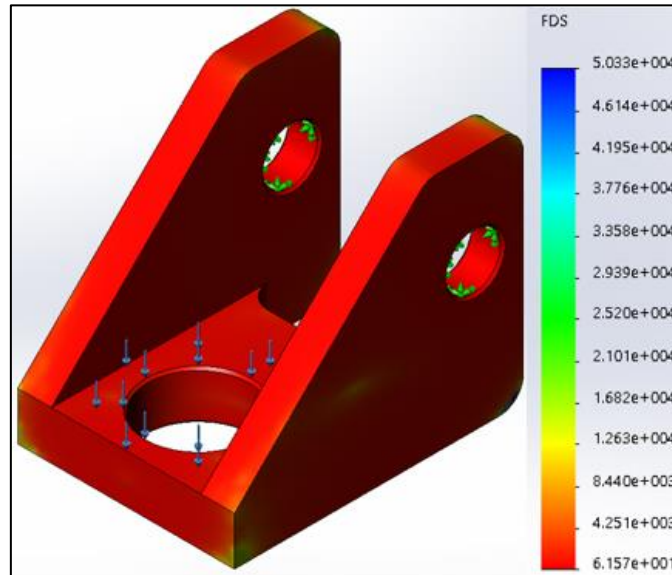


Ilustración 71. Ensayo. Factor seguridad del soporte del sistema

Fuente: Propia

## 6.7. Unión

El séptimo ensayo consiste en aplicar sobre el componente denominado unión, las cargas de fuerza que se generan en la parte superior y en el cilindro caliente próximo al extremo izquierdo. Para este caso, la masa máxima será considerando la elevación de la carga además de una mayoración.

Para esto se va a aplicar fuerza que generan todos los componentes que debe soportar el soporte del sistema, más la carga máxima que debe elevar, con lo que obtenemos que se aplica una fuerza de 600N en la parte inferior y una fuerza de 90N en el cilindro en el que se sitúa el mando de control.

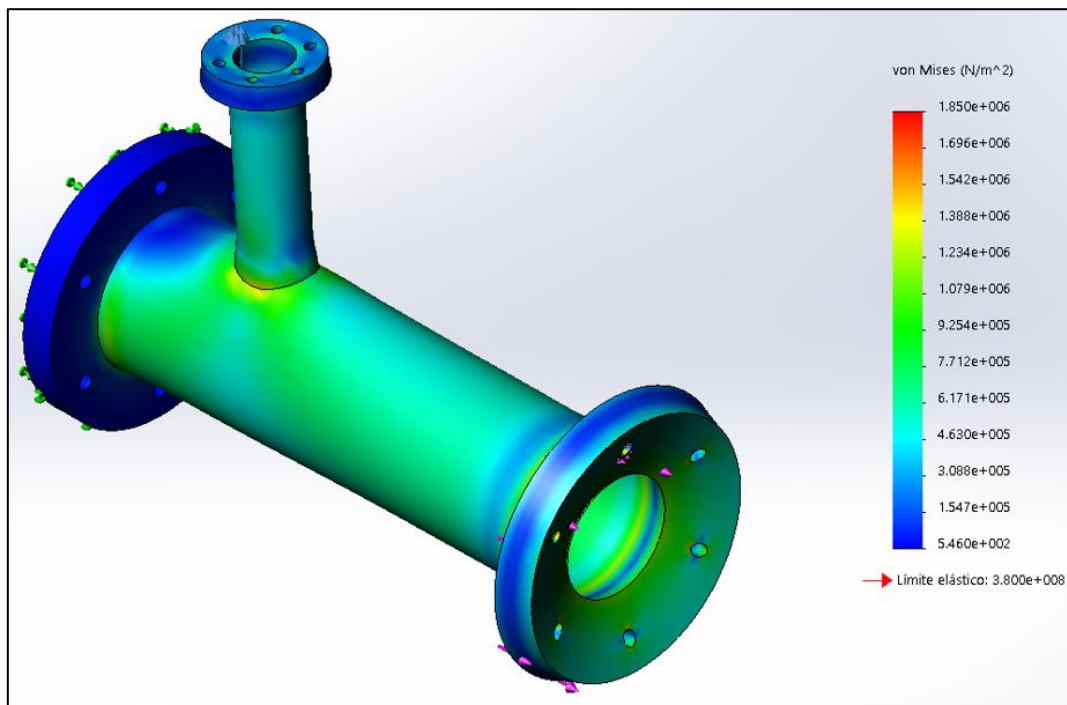
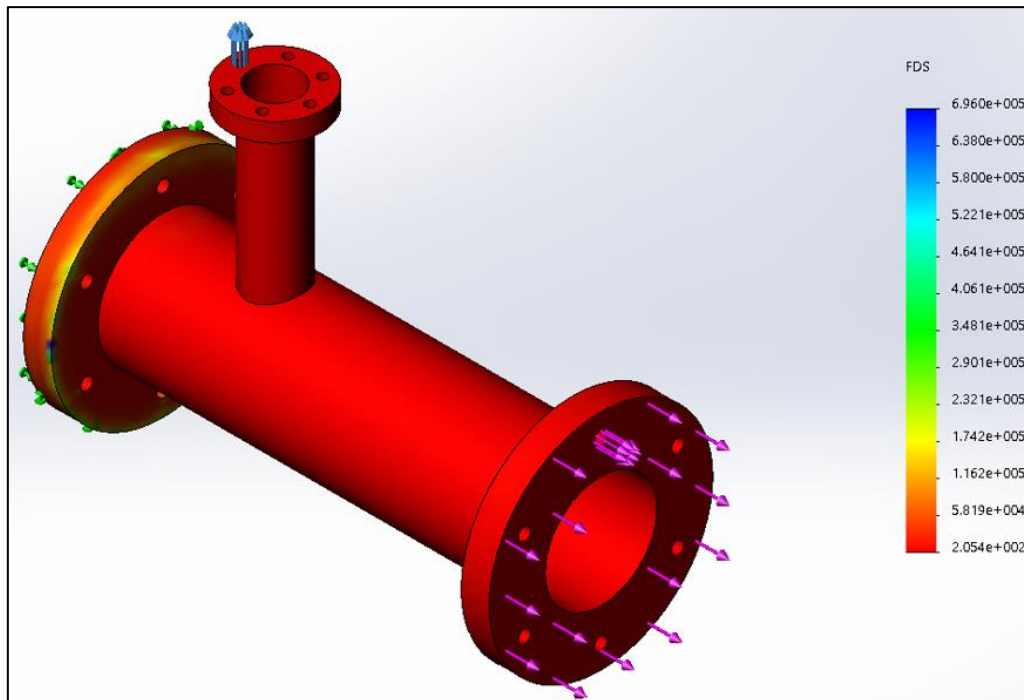


Ilustración 72. Ensayo. Tensiones de la unión.

Fuente : Propia

Como se puede ver en el resultado del estudio, pueden apreciarse diferentes zonas, desde zonas con pocas carga, a zonas con una tensión intermedia. La zona que más tensión recibe, como era de esperar, es la zona del extremo inferior y la unión del cilindro del mando de control con el sistema.



*Ilustración 73. Ensayo. Factor de seguridad de la unión. Fuente : Propia*

En cuanto al factor de seguridad se refiere, tal y como puede apreciarse en la imagen, este componente tiene un factor de 210 , lo que implica que es capaz de soportar 210 veces la carga máxima permitida.

## 6.8. Sistema de agarre

El octavo ensayo consiste en aplicar sobre el componente denominado sistema de agarre, las cargas de fuerza que se aplican en los orificios de los tres salientes situados en la parte superior. Para este caso, la masa máxima será considerando la elevación de la carga además de una mayoración.

Para esto se va a aplicar fuerza que generan todos los componentes que debe soportar el soporte del sistema, más la carga máxima que debe elevar, con lo que obtenemos que se aplica una fuerza de 400N.

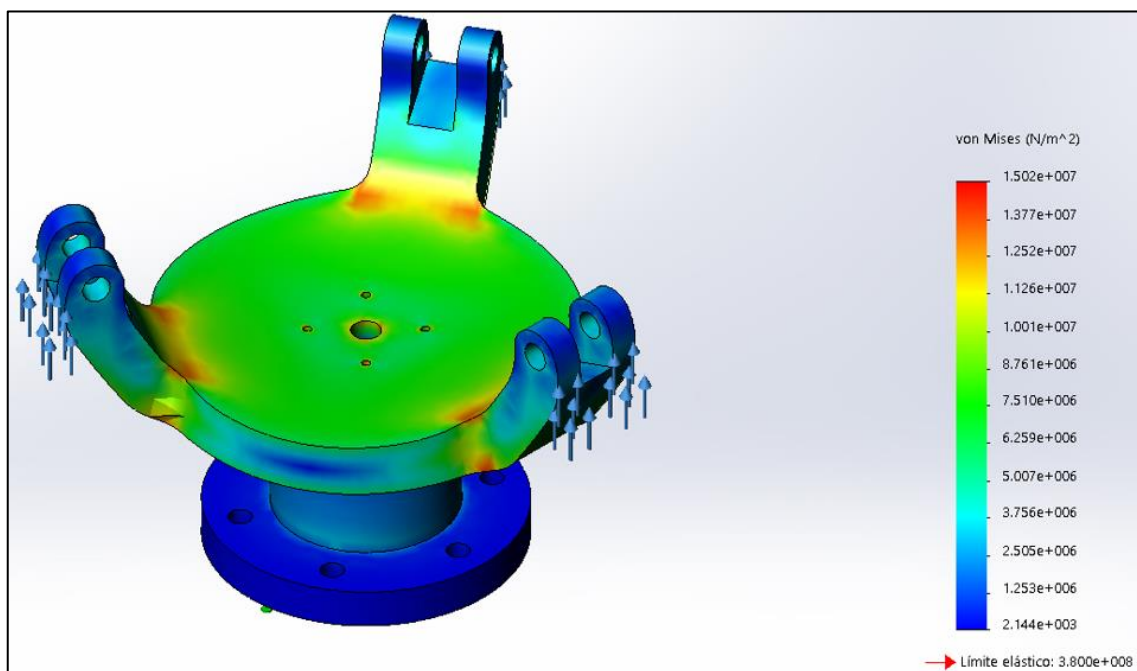


Ilustración 74. Ensayo. Tensiones del sistema de agarre

Fuente : Propia

Como se puede ver en el resultado del estudio, pueden apreciarse diferentes zonas, desde zonas con pocas carga, a zonas con una tensión intermedia. La zona que más tensión recibe, como era de esperar, es la zona entre los salientes y la base.

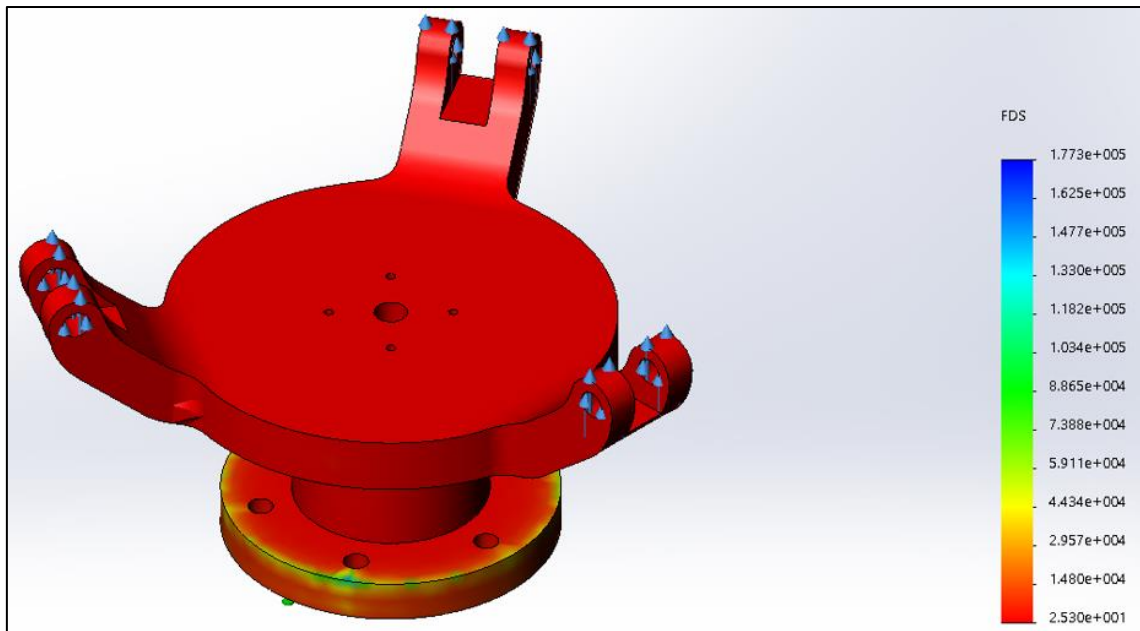


Ilustración 75. Ensayo. Factor de seguridad del sistema de agarre. Fuente : Propia

En cuanto al factor de seguridad se refiere, tal y como puede apreciarse en la imagen, este componente tiene un factor de 25 , lo que implica que es capaz de soportar 25 veces la carga máxima permitida.

## 7. Presupuesto

A continuación se realizara un cálculo aproximado del precio que supondrá el diseño y la fabricación del manipulador de carga ingrávito . El presupuesto del proyecto se divide en 3 apartados ordenados cronológicamente.

### 7.1. Costes de diseño y realización del proyecto

En esta parte, se tienen en cuenta los gastos relacionados con el coste de diseño realizado para cumplir con los requisitos del cliente, así como la inversión necesaria para desarrollar el proyecto.

Dentro de la gran cantidad de partes que componen el trabajo, se agrupan en función de la dificultad de las mismas y el tiempo necesario para realizarlas en varias partes :

- Búsqueda y recopilación de información : Antes de comenzar con el diseño, es necesario realizar una búsqueda para adquirir toda la información posible y poder comparar entre las diferentes opciones y aspectos relevantes del mismo. Para ello se han empleado 30 horas de trabajo a las que se les ha asignado un precio de 30 euros /h , ya que se trata de un proyecto puntual y requiere de personal titulado con suficientes conocimientos para poder valorar los convenientes que proporciona cada diseño.
- Diseño y simulaciones : Esta parte es la más extensa del trabajo, ya que los diseños de los componentes deben comprobarse que cumplen con los requisitos establecidos mediante los ensayos, y en caso de no cumplir, deben modificarse hasta conseguir lo planteado. Para el desarrollo de este trabajo se requiere personal competente y con experiencia , por lo que se le ha asignado un precio de 40 euros/hora, empleándose al total 170 horas.
- Redacción del documento : Una vez finalizado el proceso de diseño y la comprobación mediante los ensayos, debe realizarse un informe el cual

recoja y mencione los aspectos más importantes del trabajo. Para ello, se han empleado 80 horas, con un precio de 20 euros la hora.

- Realización de planos : Para su desarrollo se requiere de personal cualificado con experiencia, ya que no cualquier técnico es válido para realizar planos al detalle. Por ello, se le asigna un precio de 35 euros la hora, empleándose un total de 10 horas.

Diseño y realización del proyecto			
Concepto	Horas de mano de obra (h)	Precio unitario (€/h)	Total por tarea (€)
Búsqueda de información y Diseño de alternativas	30	32	960
Diseño y cálculo de elementos	170	47	7990
Realización de planos	10	52	520
Realización de la documentación	80	40	3200
<b>TOTAL (€)</b>	<b>290</b>	<b>-</b>	<b>12670</b>

Tabla 5. Coste diseño y realización del proyecto

Fuente : Propia



## 7.2. Coste de los materiales

Para realizar el presupuesto en este apartado, se debe dividir entre elementos comerciales y los no comerciales.

### 7.2.1. Elementos comerciales

Coste de los materiales. Elementos comerciales			
Elemento	Cantidad	Coste material €/unidad	Total por elemento €
Cilindro neumático	1	186,71	186,71
Pernos de anclaje	6	74,69	448,14
INFAG_81120-TV	1	31,56	31,56
IGUS-G1FM-2023-16-2	6	2,91	17,46
EJE	1	27,89	27,89
Separador	2	8,31	16,62
SMC_D5040_BODY	1	10,94	10,94
SMC_D5054_P	1	7,42	7,42
SMC_E5040	1	17,86	17,86
INAFAG_AXK4060	2	5,96	11,92
IGUS_G1FM_2023_11_3	2	3,16	6,32
EJE2	1	24,68	24,68
Separador2	2	5,76	11,52
Pasador	9	6,34	57,06
J350FRM_2525TR10x2_2	1	13,55	13,55
IGUS_MOT_ST_42_L_A_A_3	1	61,89	61,89
IGUS_PTGSG_MOT_10x2_R_150_ES_1	1	25,68	25,68
IGUS_G1FM_0810_09_1	18	2,72	48,96
DIN 912 M4 x 30	6	2,58	15,48
DIN 912 M8 x 30	6	3,12	18,72
DIN 912 M3 x 25	4	2,12	8,48
<b>TOTAL ( € )</b>	<b>73</b>	<b>-</b>	<b>1068,86</b>

Tabla 6. Coste de los materiales Fuente : Propia

### 7.2.2. Elementos no comerciales

Coste de los materiales. Elementos no comerciales		
Elemento	Cantidad	Coste material €/unidad
Pilar	1	2468,51
Soporte pilar-pluma	1	1036,42
Pluma	1	695,81
Brida	2	15,67
Amarre del manipulador	1	189,67
Brazo del manipulador	1	967,86
Soporte del sistema	1	492,68
Sistema de agarre	1	864,23
<b>TOTAL ( € )</b>	-	<b>5866,62</b>

Tabla 7. Coste de los materiales Fuente : Propia

### 7.2.3. Precio total materiales

Concepto	Total por concepto
Elementos comerciales	1068,86
Elementos no comerciales	5866,62
<b>TOTAL ( € )</b>	<b>6935,48</b>

Tabla 8. Precio total de los materiales Fuente : Propia

## 7.3. Montaje

Montaje			
Concepto	Horas (h)	Precio unitario (€/h)	Total por tarea (€)
Transporte	10	20	200
Preparación anclajes	12	15	180
Montaje del ingravido	18	28	504
<b>TOTAL (€)</b>	<b>40</b>	-	<b>884</b>

Tabla 9. Coste del Montaje Fuente : Propia

#### 7.4. Presupuesto final

Presupuesto final		
Apartados	Concepto	Coste (€)
Diseño y realización del proyecto	Diseño de alternativas y búsqueda de información	960
	Diseño y cálculo de elementos	7990
	Realización de planos	520
	Realización de la documentación	3200
	<b>Total</b>	<b>12670</b>
Coste de materiales	Elementos comerciales	1068,86
	Elementos no comerciales	5866,62
	<b>Total</b>	<b>6935,48</b>
Montaje	Transporte	200
	Preparación anclajes	180
	Montaje del ingravido	504
	<b>Total</b>	<b>884</b>
Total sin IVA		20489,48
Total con IVA (21%)		<b>24792,27</b>

Tabla 10. Presupuesto final

Fuente : Propia

## 8. Conclusión

Llegados a este punto, resulta interesante comprobar si finalmente se han cumplido con los objetivos establecidos al comienzo del proyecto, y cuáles son las modificaciones actuales o futuras que pueden realizarse.

En primer lugar se recuerda que se trata de un diseño en el que las dimensiones de las piezas han sido obtenidas de forma aproximada y basándose en diseños de otros fabricantes. Se debe tener en cuenta también, que durante el procedimiento citado se mayoraron las dimensiones para quedarnos desde el lado de la seguridad, logrando así que todos los componentes cumplan satisfactoriamente todos los análisis realizados aplicando las solicitaciones a las que se exponen.

Desde el punto de vista de las aptitudes del diseño, se ha comprobado como el ingrávito es capaz de elevar la carga a una altura máxima de 2m, partiendo desde el suelo, así como la capacidad de giro y el peso total máximo del ingrávito de 350kg.

Tras la realización de este trabajo, se han aprendido una gran cantidad de conocimientos, sobre todo aquellos centrados en el diseño de componentes, selección de materiales y los cálculos necesarios.

También se han comprobado las dificultades que existen a la hora de buscar información sobre los manipuladores de carga ingrávitos y normativas, ya que no hay mucho material específico para este tipo de maquinaria.

En cuanto a las conclusiones personales, este trabajo te obliga a emplear una gran cantidad de conocimientos adquiridos durante la carrera, así como buscar información específica y de calidad en diferentes fuentes para poder continuar con el desarrollo del proyecto.

Por último, se debe mencionar que durante la realización del proyecto, uno debe enfrentarse a problemas e inconvenientes los cuales se solucionan gracias a los conocimientos adquiridos, logrando obtener una solución válida para el diseño.

## 9. Bibliografía

Fuentes consultadas para la redacción de la memoria.

Clasificación de los robots industriales de acuerdo con su arquitectura.

Recuperado el 12 de Junio de 2020.

<http://www.udesantiagovirtual.cl/moodle2/mod/book/view.php?id=24906&chapterid=204>

VINCA equipos industriales. Manipulador ingrávito. Recuperado el 12 de Junio de 2020. <https://www.vinca.es/producto/manipulador-ingravido/>

HONGTAI, sistemas de succión por vacío. Recuperado el 12 de Junio de 2020.

<https://www.vacuumpump.com.tw/es/vacuum-lifter.html>

Especificaciones manipulador de carga ingrávito comercial. Recuperado el 13 de Junio de 2020. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/high-efficient-balancer-cnc-robot-dalmec-electric-mobile-pneumatic-power-robot-telescopic-articulated-easy-manipulator-60792008713.html>

INDEVA intelligent devices for handling. Ingravido comercial. Recuperado el 13 de Junio de 2020. <https://www.indevagroup.es/products/liftronic-air/>

Especificaciones cilindros neumáticos. Recuperado el 13 de Junio de 2020.

<https://beanuvi.es/cilindros-neumaticos-serie-kl/>

Especificaciones cilindros hidráulicos. Recuperado el 13 de Junio de 2020.

<http://www.hydraulic-calculation.com/es/article.php?ID=16>

<http://medias.ina.com/medias/es!hp.ec.br/XV?#XV>

<http://medias.ina.com/medias/es!hp.ec.br/XU?#XU>

Tornillos : <http://www.fd-fasteners.com/detalle/tornillos-hexagonales-EN14399-4.html>

Arandelas : <https://triplayherrajeslopez.com/producto/arandela-plana-galvanizada-7-16-fiero-44546/>

## Índice Ilustraciones

Ilustración 1. Manipulador de carga Ingravido	Fuente : <a href="https://www.dalmec.com/micropartner/">https://www.dalmec.com/micropartner/</a>	6
Ilustración 2. Robot de aprendizaje	Fuente : <a href="http://robotroxs.blogspot.com">http://robotroxs.blogspot.com</a>	7
Ilustración 3. Robots con control sensorizado	Fuente : <a href="https://freedomforlife.wordpress.com/">https://freedomforlife.wordpress.com/</a>	7
Ilustración 4. Robots inteligentes	Fuente : <a href="http://robotroxs.blogspot.com">http://robotroxs.blogspot.com</a>	8
Ilustración 5. Robot poliarticulado	Fuente : <a href="http://www.udesantiagoovirtual.cl/">http://www.udesantiagoovirtual.cl/</a>	9
Ilustración 6. Robot móvil	Fuente : <a href="http://www.udesantiagoovirtual.cl/">http://www.udesantiagoovirtual.cl/</a>	10
Ilustración 7. Robot androide	Fuente : <a href="http://www.udesantiagoovirtual.cl/">http://www.udesantiagoovirtual.cl/</a>	11
Ilustración 8. Robot zoomórfico	Fuente : <a href="http://www.udesantiagoovirtual.cl/">http://www.udesantiagoovirtual.cl/</a>	12
Ilustración 9. Robot híbrido	Fuente : <a href="http://www.udesantiagoovirtual.cl/">http://www.udesantiagoovirtual.cl/</a>	12
Ilustración 10. Ingravido	Fuente : Propia	13
Ilustración 11. Agarre para bobinas	Fuente : <a href="https://www.vinca.es/">https://www.vinca.es/</a>	14
Ilustración 12. Agarre para tableros	Fuente : <a href="https://www.dalmec.com/es/">https://www.dalmec.com/es/</a>	15
Ilustración 13. Agarre para bidones	Fuente : <a href="https://www.dalmec.com/es/">https://www.dalmec.com/es/</a>	15
Ilustración 14. Agarre para sacos	Fuente : <a href="https://www.vinca2.es/">https://www.vinca2.es/</a>	16
Ilustración 15. Agarre para llantas	Fuente : <a href="https://www.vinca2.es/">https://www.vinca2.es/</a>	16
Ilustración 16. Brazo	Fuente : <a href="https://www.dalmec.com/es/">https://www.dalmec.com/es/</a>	17
Ilustración 17. Soporte sistema	Fuente : Propia	17
Ilustración 18. Estructura ingravido	Fuente : Propia	18
Ilustración 19. Pilar de la estructura	Fuente : <a href="https://www.dalmec.com/es/">https://www.dalmec.com/es/</a>	19
Ilustración 20. Tipo de perfiles	Fuente : <a href="https://bibdigital.epn.edu.ec/">https://bibdigital.epn.edu.ec/</a>	19
Ilustración 21. Pistón hidráulico	Fuente : <a href="http://www.hydraulic-calculation.com/">http://www.hydraulic-calculation.com/</a>	20
Ilustración 22. Pistón Neumático	Fuente : <a href="https://beanuvi.es/">https://beanuvi.es/</a>	20
Ilustración 23. Componentes del cilindro neumático	Fuente : <a href="https://beanuvi.es/">https://beanuvi.es/</a>	20
Ilustración 24. Cilindro hidráulico	Fuente : <a href="http://www.hydraulic-calculation.com/">http://www.hydraulic-calculation.com/</a>	21
Ilustración 25. Soporte de la pluma	Fuente : <a href="https://www.smamotronic.com/">https://www.smamotronic.com/</a>	22
Ilustración 26. Pluma	Fuente : <a href="https://www.dalmec.com/es/">https://www.dalmec.com/es/</a>	23
Ilustración 27. Cilindro neumático	Fuente : <a href="https://beanuvi.es/">https://beanuvi.es/</a>	29
Ilustración 28. Pasador	Fuente : <a href="https://es.rs-online.com/">https://es.rs-online.com/</a>	29
Ilustración 29. Tornillos	Fuente : <a href="http://www.fd-fasteners.com/">http://www.fd-fasteners.com/</a>	30
Ilustración 30. Arandelas	Fuente : <a href="https://triplayherrajeslopez.com/">https://triplayherrajeslopez.com/</a>	31
Ilustración 31. Rodamientos de rodillos cruzados	Fuente : <a href="http://medias.ina.com/">http://medias.ina.com/</a>	31
Ilustración 32. Eje	Fuente : <a href="https://www.manutan.es/">https://www.manutan.es/</a>	32
Ilustración 34. Pernos de fijación	Fuente : <a href="https://www.downlight.cl/">https://www.downlight.cl/</a>	33
Ilustración 35. Imagen de los pernos fijados en hormigón	Fuente : <a href="https://forums.autodesk.com/">https://forums.autodesk.com/</a>	33
Ilustración 36. Mando de control	Fuente : <a href="https://www.dalmec.com/es/">https://www.dalmec.com/es/</a>	34
Ilustración 38. Manipulador SMC	Fuente : <a href="https://www.smamotronic.com/">https://www.smamotronic.com/</a>	35
Ilustración 37. Manipulador DALMEC.	Fuente : <a href="https://www.dalmec.com/es/">https://www.dalmec.com/es/</a>	35
Ilustración 39. Pilar	Fuente : Propia	36
Ilustración 40. Soporte pilar-pluma	Fuente: Propia	37
Ilustración 41. Pluma	Fuente : Propia	38
Ilustración 42. Brida	Fuente : Propia	38
Ilustración 43. Amarre manipulador	Fuente : Propia	39
Ilustración 44. Brazo	Fuente: Propia	40

Ilustración 45. Soporte	Fuente : Propia	40
Ilustración 46. Pilar	Fuente : Propia	42
Ilustración 47. Soporte pilar-pluma	Fuente : Propia	43
Ilustración 48. Pluma	Fuente : Propia	44
Ilustración 49. Brazo	Fuente : Propia	45
Ilustración 50. Brida	Fuente : Propia	46
Ilustración 51. Mando de control	Fuente : Propia	46
Ilustración 52. Unión	Fuente : Propia	47
Ilustración 53. Sistema de agarre	Fuente : Propia	48
Ilustración 54. Soporte	Fuente : Propia	49
Ilustración 55. Pinza	Fuente : Propia	50
Ilustración 56. Extremo de la pinza	Fuente : Propia	50
Ilustración 57. Biela	Fuente: Propia	51
Ilustración 58. Placa husillo	Fuente : Propia	52
Ilustración 59. Pasador	Fuente : Propia	53
Ilustración 60. Resultado final	Fuente : Propia	53
Ilustración 61. Ensayo. Tensiones del pilar	Fuente : Propia	56
Ilustración 62. Ensayo. Factor de seguridad del pilar	Fuente : Propia	56
Ilustración 63. Ensayo. Tensiones del soporte pilar-pluma	Fuente : Propia	57
Ilustración 64. Ensayo. Factor de seguridad soporte pilar-pluma	Fuente : Propia	58
Ilustración 65. Ensayo. Tensiones de la pluma	Fuente : Propia	59
Ilustración 66. Ensayo. Factor de seguridad de la Pluma	Fuente : Propia	60
Ilustración 67. Ensayo. Tensiones del brazo	Fuente : Propia	61
Ilustración 68. Ensayo. Factor de seguridad del brazo	Fuente : Propia	62
Ilustración 69. Ensayo. Tensiones de la brida	Fuente : Propia	63
Ilustración 70. Ensayo. Factor de seguridad de la brida	Fuente : Propia	64
Ilustración 71. Ensayo. Tensiones del soporte del sistema	Fuente : Propia	65
Ilustración 72. Ensayo. Factor seguridad del soporte del sistema	Fuente: Propia	66
Ilustración 73. Ensayo. Tensiones de la unión.	Fuente : Propia	67
Ilustración 74. Ensayo. Factor de seguridad de la unión.	Fuente : Propia	68
Ilustración 75. Ensayo. Tensiones del sistema de agarre	Fuente : Propia	69
Ilustración 76. Ensayo. Factor de seguridad del sistema de agarre.	Fuente : Propia	70

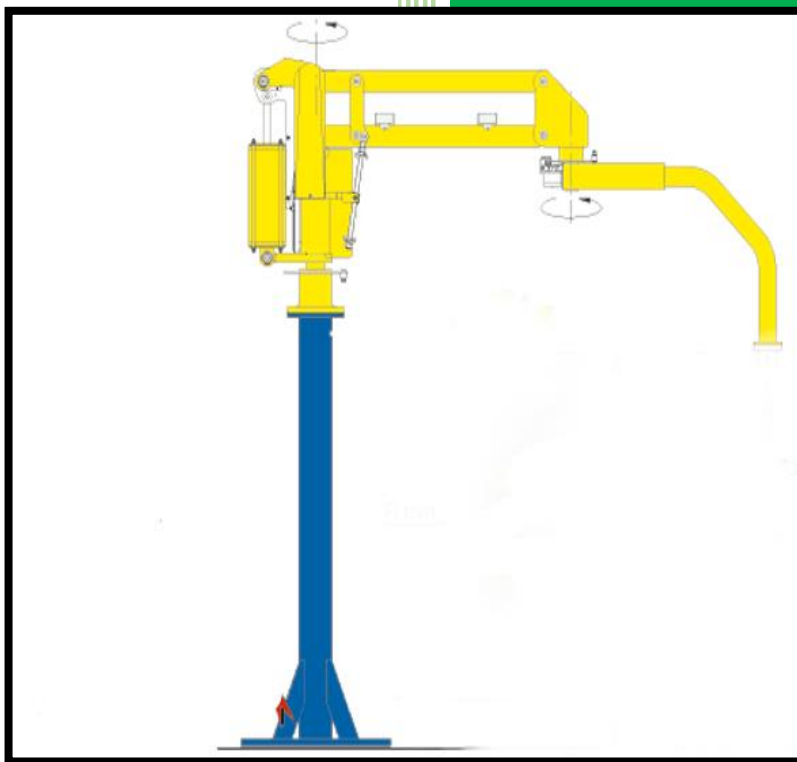
## Índice Tablas

Tabla 1. Subconjuntos estructura	Fuente : Propia.....	13
Tabla 2. Piezas principales del ingrávito.	Fuente : Propia.....	18
Tabla 3. Componentes del cilindro neumático	Fuente : <a href="https://beanuvi.es/">https://beanuvi.es/</a> .....	20
Tabla 4. Partes cilindro hidráulico	Fuente : <a href="http://www.hydraulic-calculation.com/">http://www.hydraulic-calculation.com/</a> ...	21
Tabla 5. Coste diseño y realización del proyecto	Fuente : Propia .....	72
Tabla 6. Coste de los materiales	Fuente : Propia .....	73
Tabla 7. Coste de los materiales	Fuente : Propia .....	74
Tabla 8. Precio total de los materiales	Fuente : Propia.....	74
Tabla 9. Coste del Montaje	Fuente : Propia.....	74
Tabla 10. Presupuesto final	Fuente : Propia.....	75



2020

# Expediente técnico de construcción





## Índice

1. Identificación.....	4
1.1. Antecedentes .....	4
1.2. Descripción.....	4
1.3. Características principales.....	5
1.4. Componentes.....	5
1.5. Funcionamiento máquina.....	5
2. Introducción .....	7
2.1. Objetivo .....	7
2.2. Alcance .....	8
2.3. Emplazamiento.....	8
2.4. Fases de que consta el estudio .....	8
2.4.1. Análisis del riesgo .....	8
2.4.2. Valoración del riesgo .....	10
2.5. Evaluación del riesgo .....	12
2.5.1. Análisis del riesgo en los límites de la máquina. ....	12
2.5.2. Identificación de riesgos .....	13
2.5.3. Valoración del riesgo .....	14
2.6. Criterios de valoración del nivel de riesgo .....	16
3. Estudio de la seguridad y de la salud.....	17
3.1. Cumplimiento de los requisitos esenciales de seguridad y salud .....	17
3.2. Definiciones.....	17
3.3. Uso del robot manipulador de carga (Ingrávito).....	18
3.4. Mal uso previsible .....	18
3.5. Identificación de los peligros que pueda generar la máquina.....	19
3.6. Identificación de las situaciones de peligro: .....	19
4. Requisitos y medidas de seguridad .....	20
4.1. Introducción.....	20
4.2. Consideraciones básicas de diseño.....	20
4.3. Medidas de seguridad de tipo general.....	23
4.4. Medidas de seguridad a tomar en la fase de instalación .....	24
4.5. Sistemas de seguridad.....	25

4.5.1.	Barreras metálicas.....	25
4.5.2.	Estructura.....	26
4.5.3.	Circuito eléctrico.....	27
4.5.4.	Mando de control .....	27
4.5.5.	Brazos articulados .....	28
4.5.6.	Pluma.....	28
4.5.7.	Sistema neumático .....	29
4.6.	Consideraciones básicas de diseño.....	30
4.7.	Encendido y apagado.....	31
4.8.	Seguridad y fiabilidad de los sistemas de mando.....	31
4.8.1.	Botón de parada.....	32
4.8.2.	Botón de encendido.....	33
4.8.3.	Botón de emergencia .....	33
4.9.	Órganos de accionamiento.....	33
4.10.	Preparación para el transporte.....	33
4.10.1.	Identificación de tuberías .....	33
4.10.2.	Embalaje.....	34
4.10.3.	Protección de aberturas .....	34
5.	Verificación de los requisitos generales de seguridad según el RD 1644/2008 .....	35
5.1.	Inspección .....	35
5.1.1.	Marcado CE .....	36
5.1.2.	Declaración de conformidad para el marcador CE .....	39
5.2.	Ensayos .....	41
5.2.1.	Ensayos estáticos .....	42
5.2.2.	Ensayos de duración.....	42
5.2.3.	Otros ensayos .....	42
5.2.4.	Ensayos orientativos .....	42
6.	Normas empleadas .....	48
6.1.	Para trabajar con ingravidos .....	48
6.2.	Normativa legal.....	48
6.2.1.	UNE-EN ISO 10218.....	48
6.2.2.	UNE-EN ISO 12100:2012.....	50

6.2.3.	UNE-EN ISO 14121-1:2018 .....	50
6.2.4.	ISO-TS 15066 (2016) .....	50
6.2.5.	Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre.....	51
6.2.6.	Directiva 2006/42/CE, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.....	51
6.2.7.	ISO 9283:1993. ....	52
6.2.8.	ISO 8373. ....	52
6.2.9.	ISO 9409. ....	52
6.2.10.	Normativa europea .....	52
7.	Manual de instrucciones de seguridad.....	55
7.1.	Introducción.....	55
7.2.	Advertencias y precauciones generales.....	57
7.3.	Transporte del robot .....	59
7.4.	Instalación del robot.....	60
7.4.1.	Ingreso de componentes en planta.....	60
7.4.2.	Mantenimiento y reparaciones.....	61
7.4.3.	Anclaje suelos .....	63
7.4.4.	Área de trabajo del robot .....	63
7.4.5.	Comprobaciones de todos los equipos .....	64
7.4.6.	Montaje.....	65
8.	Emisión de ruidos .....	68
8.1.	Reducción del ruido .....	68
8.2.	Información sobre el ruido emitido por la máquina.....	69
8.2.1.	Magnitudes acústicas consideradas.....	70
8.2.2.	Terminología acústica .....	71
8.2.3.	Nivel de potencia acústica.....	71
8.2.4.	Niveles de información.....	72
9.	Declaración de conformidad .....	74
10.	Plazos .....	76
11.	Esquema neumático.....	78

## 1. Identificación

### 1.1. Antecedentes

A medida que el mundo de la industria crecía y conseguía la fabricación de elementos complejos y pesados, los operarios en las fábricas han tenido que cargar y desplazar cargas pesadas, generando así, malos trabajos y lesiones musculares en los operarios, además de accidentes y pérdidas de tiempo.

Mediante el paso de los años y con el avance de la tecnología, se han desarrollado unas máquinas que facilitan la labor del operario, mejorando su confort y obteniendo una mejor optimización del tiempo, de forma que actualmente pueden encontrarse en cualquier fabrica este tipo de robots.

### 1.2. Descripción

El empleo de los ingrávitos son una práctica solución a los problemas ergonómicos que se generan en los puestos de trabajo. Por ello, este robot, tiene la capacidad de elevar y realizar giros con cargas.

Consta de un cilindro neumático alimentado con aire comprimido, acoplado a un sistema de transmisión de palanca proporcional para equilibrar el peso de la carga aplicada. La fuerza que genera este cilindro es controla mediante dos circuitos neumáticos debidamente regulados. Además, el cambio del nivel de carga se obtiene mediante la aplicación de una fuerza mínima sobre el útil o sobre la carga.

El manejo de este robot es muy sencillo y rápido, además esta proporcionado con una serie de agarres que varían depende de la necesidad de cada cliente, los cuales consiguen que los trabajos se realicen de una forma rápida y segura. Logrando así, que tanto elevar, descender y desplazar las cargas sea una función no lesiva para los trabajadores y una forma más rápida de trabajar.

### 1.3. Características principales

Tipo de máquina	Manipulador de carga - Ingrávito
Capacidad de carga	30 Kg
Presión cilindro	0.7-0.8 Mpa
Peso	
Rango de altura	1750 mm
Rango de giro	360º
Características	Freno de rotación

Tabla 1. Características principales

Fuente : Propia

### 1.4. Componentes

- Brazo manipulador
- Brida
- Pilar
- Pluma
- Soporte pluma
- Soporte del sistema
- Unión de la brida
- Pistón
- Eje
- Circuito eléctrico
- Anclaje al suelo

### 1.5. Funcionamiento máquina

Los manipuladores industriales de cargas permiten elevar, girar y voltear cargas tan diversas como sacos, cajas, contenedores, bidones, palets, sanitarios, mármoles, porcelánicos y solid Surfaces hasta 300Kgs. El funcionamiento es intuitivo, suave y rápido realizando todas las funciones de agarrar la carga, elevarla, descender y soltar la carga desde un único mando, el asa del manipulador.

La elevación se realiza de forma sencilla y segura, tanto para las personas como para el producto. Se pueden instalar para optimizar cualquier proceso de

fabricación, manipulación, en almacenes logísticos, para el picking y preparación de pedidos. Su ergonomía, funcionalidad y seguridad reduce el esfuerzo y optimiza la productividad, reduciendo la fatiga y las lesiones de los usuarios.

Si el elevador detecta una sobrecarga antes de realizar la elevación, detiene el movimiento y la funcionalidad en milésimas de segundo, como medida de seguridad. Para volver a reactivarlo es necesario seguir las directrices explicadas en el manual de instrucciones para estos casos.



## 2. Introducción

### 2.1. Objetivo

El objetivo de este proyecto es estudiar el cumplimiento de los requisitos esenciales establecidos en el anexo I del Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el cual se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas aplicadas al manipulador de carga Partner PS del fabricante Dalmec.

La metodología seguida en este estudio está basada en lo establecido en las normas de tipo A y tipo B que a continuación se relacionan (las normas tipo A son normas fundamentales que precisan principios para el diseño y aspectos generales que pueden ser aplicados a todos los tipos de máquinas y las tipo B son de ámbito más limitado que tratan de aspectos particulares de la seguridad).

- UNE EN 292/1 - “Seguridad en las máquinas. Conceptos básicos. Principios Generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología”, sustituida por EN 12100-1:2004.
- UNE EN 292/2 - “Seguridad en las máquinas. Conceptos básicos. Principios Generales para el diseño. Parte 2: Especificaciones técnicas”, sustituida por EN 12100-1:2004.
- UNE-EN 14121-1:2008 “Evaluación Riesgo en maquinaria”.
- UNE-EN 954-1: 1998 “Seguridad en las máquinas. Partes del sistema de mando relacionadas con la seguridad”.
- UNE-EN 13849-1:2008 “Partes de los sistemas de mando relativos a la seguridad”.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas (aplicación armonizada de la Directiva 2006/42/E.

- EN 983:1996 + A1:2008- Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Neumática.

## 2.2. Alcance

El alcance de este proyecto es realizar el diseño de un ingrávito con la capacidad de elevar y desplazar cargas pesadas, que facilite el trabajo y la ergonomía de la persona que trabaja en ese puesto, de forma que evita que el trabajador pueda lesionarse debido a coger cargas con malas posturas o que estas sean demasiado pesadas, además de lograr trabajar de forma más rápida.

## 2.3. Emplazamiento

En cuanto a la ubicación del ingrávito se refiere, no se puede especificar uno en concreto, ya que este producto ha sido diseñado para emplearlo en cualquier espacio donde se desarrolle una actividad industrial y requiera elevar cargas de 30kg como máximo, en una altura de 1,75m y que permita realizar giros con ella.

## 2.4. Fases de que consta el estudio

En el proyecto se estudia el cumplimiento de los requisitos esenciales de Seguridad y Salud, según la UNE-EN 14121-1:2008, mediante el cual se pueden evaluar los siguientes aspectos :

### 2.4.1. Análisis del riesgo

- **Determinación de los límites de la máquina :** La evaluación del riesgo comienza con la determinación de los límites de la máquina teniendo en cuenta todas las fases del ciclo de vida de la máquina. Esto significa que se deberían identificar las características y prestaciones de la máquina los usos posibles que se prevén y los que no, así como las de las personas implicadas, el medio ambiente y los

productos, en términos de límites de la máquina tal y como se indica en los apartados :

- Límites de utilización
  - Límites en el espacio
  - Límites en el tiempo
  - Otros límites (medioambientales)
- 
- **Identificación de los peligros :** Tras determinar los límites de la máquina, hay que identificar los riesgos de una máquina, situaciones peligrosas y sucesos peligrosos que sean razonablemente previsibles, durante todas las fases del ciclo de vida de la máquina, es decir:
    - a) Transporte, montaje e instalación
    - b) Puesta en servicio
    - c) Utilización
    - d) Puesta fuera de servicio, desmontaje y retirada

También se deben considerar todas las tareas que se puedan realizar durante la vida activa de la máquina, como pueden ser:

- Pruebas/ensayos.
  - Reglajes
  - Puestas en marcha y paradas de la máquina.
  - Alimentación de la máquina.
  - Mantenimiento preventivo y correctivo.
- 
- **Valoración del riesgo:** Una vez identificados todos los peligros que puedan producirse a lo largo de la vida útil de la máquina, se realiza una estimación del riesgo para cada situación peligrosa, determinando los elementos del riesgo.  
El riesgo asociado a una situación peligrosa concreta depende de los siguientes elementos:
    - Gravedad que produce el daño

- Probabilidad de que se produzca daño en caso de accidente, que es función de tres factores :
  - o Exposición de las personas al peligro
  - o Acaecimiento de un suceso peligroso.
  - o Capacidades técnicas y humanas para evitar o limitar el daño.

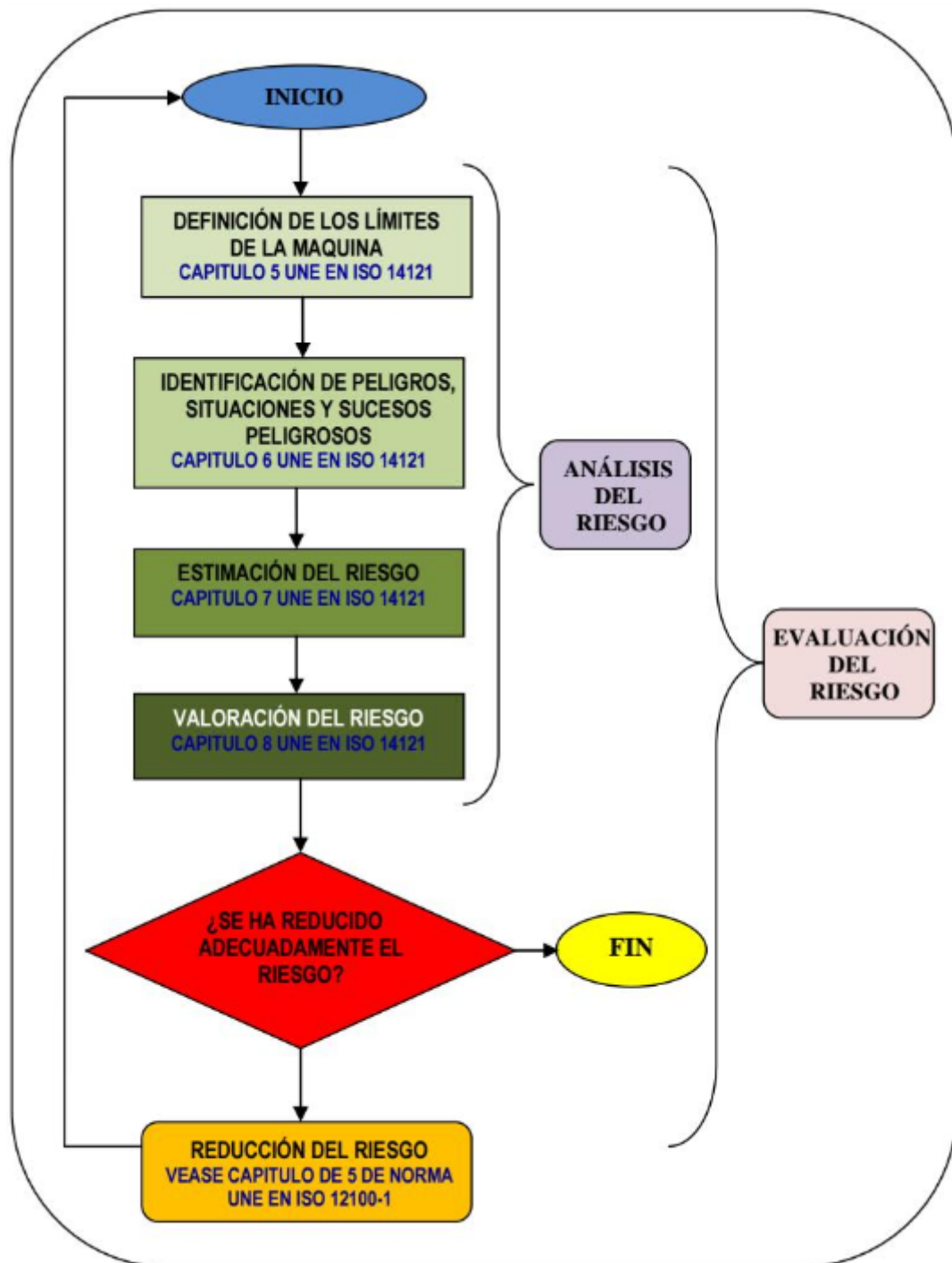
Durante la estimación del riesgo, deben considerarse aspectos como la exposición de las personas, durante cuánto tiempo están expuestos, información que reciben para la utilización, etc.

#### 2.4.2. Valoración del riesgo

Después de estimar el riesgo, se debe llevar a cabo la valoración del riesgo con el fin de determinar si se requiere reducir el riesgo o no.

Si es necesario reducir el riesgo, se deben aplicar medidas preventivas que correspondan. Durante este proceso, se debe verificar, si al aplicar nuevas medidas, pueden generarse nuevos peligros, los cuales necesitaran nuevas medidas preventivas.

Para este proceso se emplea un diagrama de flujo que se muestra a continuación:



### PROCESO ITERATIVO PARA REDUCIR EL RIESGO

Ilustración 1. Proceso iterativo para reducir el riesgo Fuente : Propia

## 2.5. Evaluación del riesgo

Tras realizar en análisis y evaluación del riesgo, se recomienda emplear además de la UNE EN 14121, las normas ISO 12100 y ISO 10218-2 para realizar la evaluación de riesgos.

Durante el periodo de evaluación se asegurará el cumplimiento de los requisitos esenciales de Seguridad y Salud relativos al diseño de la máquina y de los componentes de seguridad.

Además, a lo largo todas las fases de vida de la máquina se realizara identificación de:

- Los peligros de la máquina tanto peligros permanentes como potenciales.
- Las situaciones de peligro que pueden producirse con su utilización.
- Realizar una identificación en cada situación de peligro, sobre las causas o los sucesos que pueden desencadenar el accidente.

En cada situación de peligro se debe valorar el nivel de riesgo a la que están sometidos los operadores de la Máquina con el fin de adecuar las Medidas de Seguridad al nivel de riesgo previamente calculado, y especialmente para las funciones de mando relacionadas con la seguridad, así como para los sistemas de protección que van a ser incorporados en la máquina, de acuerdo con UNE-EN 954-1.

### 2.5.1. Análisis del riesgo en los límites de la máquina.

Se destacan tres limitadores:

- Limitación de la orientación de herramienta. Se emplea para disminuir los riesgos relacionados con funciones y zonas del robot, como pueden ser bordes pronunciados,
- Limitación de momento: Se emplea para reducir que puedan generarse impactos con demasiada fuerza al manipular la carga o que el robot emplee demasiada energía y dificulte su control.

- Limitación de velocidad: Se emplea para asegurar la velocidad a la que trabaja el brazo robótico en la carga y descarga.

#### 2.5.2. Identificación de riesgos

- Puesta en marcha : Mala configuración del robot durante el final del proceso del montaje.
- Transporte: Riesgo de que la estructura del robot se vea dañada durante el traslado hasta la fábrica del cliente.
- Montaje : Riesgo de montar la estructura del robot indebidamente, lo que puede generar daños estructurales.
- Utilización : Riesgo de que se produzca un empleo indebido del robot de parte del trabajador que lo controla, lo que puede generar aplastamientos o atrapamientos, si se sobrepasa la carga máxima.
- Giros : Riesgo de producir giros de una forma inapropiada.
- Bloqueo de botoneras.
- Desmontaje y despiece: Riesgo de que partes del robot caigan sobre el operario si no se sigue un orden de desmontaje, invirtiendo el proceso de montaje que se realizó.

Peligros	Gravedad	Probabilidad
Golpeo parte móvil robot	7	3
Atrapamiento brazo móvil robot	8	3
Rotura pluma robot por sobrecarga	7	2
Aplastamiento por carga transportada	9	6
Bloqueo botones	4	2
Daños en la estructura durante traslado	5	4
Montaje inadecuado	7	2

Tabla 2. Evaluación de riesgos Fuente : Propia

### 2.5.3. Valoración del riesgo

- Golpeo parte móvil robot: Si el operario que trabaja con el robot no presta atención a que su entorno este libre para trabajar, puede ocasionar un golpeo a algún compañero o cliente que pase indebidamente por la zona de trabajo.



- Atrapamiento brazo móvil robot: Este hecho podría provocar alguna rotura de hueso si no se manipula bajo las normas de seguridad.
- Rotura pluma robot por sobrecarga: Este suceso tiene poca probabilidad de que ocurra, pero no se debe ignorar la opción de que el trabajador, emplee en algún momento el robot para elevar una carga para que el robot no tenga la capacidad de trabajar.
- Aplastamiento por carga transportada: Este hecho podría ocasionar la pérdida de miembros, como pueden ser los pies, ya que si el operario no comprueba que la carga este bien amarrada, antes de realizar la elevación del robot, esta podría caer en el trascurso del recorrido del robot, realizando algún aplastamiento en la parte inferior del operario.
- Bloqueo de botones: Manipular los botones con los cuales se activa el robot, los cuales requieren de ser presionado con las dos manos. Realizar el bloqueo de un botón, y manipular el robot con un único brazo, lo que conlleva a no tener un manejo completo del ingrávito.
- Daños en la estructura durante el traslado: Durante el traslado puede darse el caso de que la estructura o soldaduras se vea dañadas, lo que puede generar un posible accidente en un futuro.
- Montaje inadecuado : Esto puede generar que el robot se caiga, debido a que no está correctamente montado, por lo que se le puede caer encima al operario en el peor de los casos, pudiendo matarlo.

## 2.6. Criterios de valoración del nivel de riesgo

Para valorar el Nivel de Seguridad del robot, que tiene que emplear una seguridad o un dispositivo/sistema de Protección relacionados con el sistema de mando.

No obstante, cuando se tienen que valorar otras situaciones de peligro que no requieren Medidas de Seguridad que afecten a las funciones o sistemas de protección indicados anteriormente, entonces la valoración es intuitiva siendo como siempre función de la gravedad y de la probabilidad de que ocurra el accidente si no se adoptasen las adecuadas medidas de seguridad.

Sin embargo, en estos casos no existen criterios que indiquen la relación existente entre el Nivel de Riesgo Estimado y la Categoría del Sistema de Seguridad que debería tener la situación y zona considerada.

El criterio escogido para la evaluación del riesgo de los diferentes casos lesivos o peligrosos que pueden producirse en el ingrávito, ha sido aplicado según la norma ISO-TS 15066:2016, sobre especificaciones técnicas de robots colaborativos, el donde se establecen 5 valores de riesgo.

Niveles de Riesgo según ISO-TS 15066:2016				
Despreciable	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
1;2	3;4	5;6	7;8	9;10

Tabla 3. Niveles de riesgo

Fuente : <http://prevencionar.com.mx/>

### 3. Estudio de la seguridad y de la salud

#### 3.1. Cumplimiento de los requisitos esenciales de seguridad y salud

A la hora de realizar la evaluación de riesgos se va a tener en cuenta todos los accesos previsibles al robot desde cualquier dirección, así como movimientos inesperados y no intencionados, sobre recorridos que alcancen posiciones que puedan ser peligrosas y caídas de la máquina por cualquier circunstancia aleatoria.

Se identifican peligros tanto para el trabajador que realiza el trabajo junto con el robot como para operarios que puedan acercarse alrededor del robot. Esta evaluación incluye los posibles fallos o averías del sistema de mando del robot.

La lista de peligros es el resultado de una evaluación de riesgos, se identifican todos los peligros tanto para el operario que trabaja en paralelo con el robot como para posibles operarios que se acerquen a zonas de alcance del robot.

Para este cumplimiento de los requisitos esenciales de seguridad y salud vamos a utilizar el Anexo 1 de la directiva 2006/42/CE del parlamento Europeo y del consejo del 17 de mayo de 2006.

#### 3.2. Definiciones.

- A. Peligro: fuente de posible lesión o daño a la salud.
- B. Zona peligrosa : Cualquier zona dentro y/o alrededor de una máquina en la cual la presencia de una persona suponga un riesgo para su seguridad o salud.
- C. Persona expuesta: Cualquier persona que se encuentre en parte o enteramente, en una zona peligrosa.
- D. Operador: Persona o personas encargadas de instalar, manejar, regular, mantener, limpiar, reparar o desplazar una máquina.

E. Riesgo: combinación de la probabilidad y la gravedad de una lesión o de un daño a la salud que pueda producirse en una situación peligrosa.

F. Resguardo: elemento de la máquina utilizado específicamente para proporcionar protección por medio de una barrera física.

G. Dispositivo de protección : Dispositivo que reduce el riesgo, por si solo o asociado con un resguardo.

H. Uso previsto: uso de la máquina de acuerdo con la información proporcionada en el manual de instrucciones.

I. Mal uso razonable previsible: Uso de la máquina de una forma no prevista en el manual de instrucciones, pero que puede resultar de un comportamiento humano fácilmente previsible.

### 3.3. Uso del robot manipulador de carga (Ingrávito)

En el manual de instrucciones se indica el funcionamiento que debe realizarse y el total de las funcionalidades para otras opciones que se requieran.

Al tratarse de un robot manipulador de carga, este es controlado por el trabajador, a las velocidades y movimientos que este indique.

### 3.4. Mal uso previsible

El uso de la máquina de una forma no prevista en el manual de instrucciones. Utilización sobre unas condiciones bien de temperatura o en zonas recomendadas por el manual de instrucciones.

Maltrato a los diferentes componentes y o mantenerlo en perfecto estado tal y como indica el fabricante para así estar en todo momento protegido tanto el operario como personas que están cerca de la máquina.

### 3.5. Identificación de los peligros que pueda generar la máquina

1. Peligro de descarga eléctrica
2. Impacto contra operario
3. Peligro por fuga de chorro de aire a presión.
4. Aplastamiento en zonas de articulación.
5. Peligro por fuga de líquido hidráulico.
6. Peligro aplastamiento al ser desconectado o quedarse sin alimentación.

### 3.6. Identificación de las situaciones de peligro:

1. Mal uso de la máquina
2. Uso y manipulación por personal no cualificado
3. Uso en condiciones ambientales no recomendadas
4. Uso en zonas en las cuales puede ser sometido a golpes.
5. Situar el robot en zonas no seguras para asegurar su estabilidad
6. No seguir el manual de instrucciones para conexión y desconexión del robot.

## 4. Requisitos y medidas de seguridad

### 4.1. Introducción

Es preciso determinar las medidas de seguridad que disminuyan el riesgo y la gravedad. Por lo tanto, en ese apartado se nombran los riesgos que pueden conllevar el uso del robot.

Estos riesgos se detallan de la siguiente manera:

- Protección de tipo general.
- Protección frente a peligros que puedan ocurrir durante la instalación del sistema.
- Consideraciones básicas de diseño para los principales componentes o sistemas de la máquina.
- Protecciones en el encendido y apagado de la máquina.
- Protección frente a peligros ocasionados por fallos en el sistema de mando

### 4.2. Consideraciones básicas de diseño

Cuando se diseñan sistemas neumáticos para máquinas, se deben considerar todos los modos de funcionamiento y de utilización previstos de estos sistemas. Se debe realizar una evaluación de los riesgos, de acuerdo con la norma, para determinar los riesgos previsibles asociados con los sistemas cuando estos se utilizan según lo previsto en su diseño. Dentro de lo posible, los riesgos identificados se deben eliminar en el diseño y, cuando esto no sea posible, el diseño debe incorporar protecciones contra tales riesgos.

Cuando los sistemas o partes de estos tienen funciones de mando relativas a la seguridad, deberían diseñarse y construirse de manera que satisfagan categorías de funcionamiento específicas, tal como se definen en el proyecto de Norma EN 954-1.

Los requisitos básicos para el diseño y especificación de sistemas neumáticos son los siguientes:

1. Todos los componentes del sistema deben ser seleccionados o especificados para un uso seguro y deben trabajar dentro de sus límites de diseño, cuando el sistema se utiliza en las condiciones de uso previstas. Los componentes deben ser seleccionados o especificados, de manera que posean las características adecuadas para un funcionamiento fiable en todas las condiciones de utilización previstas del sistema. Debe prestarse particular atención a la fiabilidad de los componentes que puedan producir un peligro, en caso de avería o disfuncionamiento.

Los componentes deben ser seleccionados, instalados y montados, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

NOTA: Se recomienda que, cuando sea factible, los componentes se fabriquen de acuerdo con normas internacionales, o nacionales reconocidas.

2. Todas las partes del sistema deben estar diseñadas, o si no protegidas contra las presiones que excedan la presión máxima de trabajo del sistema o de cualquier parte del mismo, o de la presión máxima de cualquier componente específico.

El método de protección preferido contra presiones excesivas consiste en una o varias válvulas limitadoras de presión, instaladas para limitar la presión en todas las partes del sistema. Se pueden utilizar métodos alternativos tales como reguladores de presión, siempre y cuando estos métodos satisfagan los requisitos de la aplicación.

Los sistemas se deben diseñar, construir y ajustar para minimizar los impulsos de presión y la intensificación de las presiones. Los impulsos y las intensificaciones de presión no deben causar peligros.

Las pérdidas de presión, o las caídas críticas de presión no deben constituir peligro para las personas.

3. Las fugas (internas o externas) no deben producir peligros.

4. Cualquiera que sea el tipo de alimentación del sistema de mando o del circuito de potencia utilizado (por ejemplo: eléctrico, neumático, etc.), las acciones o situaciones siguientes (intencionadas o no), no deben producir peligros:
  - Conexión o desconexión de la alimentación de energía;
  - Reducción de la alimentación;
  - Desconexión o restablecimiento de la alimentación.
5. Los sistemas se deben diseñar y construir de manera que los componentes sean accesibles y puedan ser ajustados y mantenidos de manera segura.
6. Los sistemas se deben diseñar, construir y/o equipar de manera que se puedan minimizar los peligros debidos a las sustancias peligrosas transportadas por el aire de escape.
7. Los sistemas se deben diseñar para facilitar la separación positiva de las fuentes de energía y también para facilitar la disipación de la presión del fluido en el sistema con el fin de evitar puestas en marcha intempestivas. En los sistemas neumáticos esto se puede realizar, por ejemplo, mediante:
  - la separación de la alimentación de energía mediante un dispositivo de corte adecuado, en el que puede ser necesario un sistema de bloqueo;
  - la separación y disipación de la presión del sistema mediante uno o varios dispositivos de corte adecuados, con sistema de descarga de presión, en los que puede ser necesario un sistema de bloqueo;
  - descarga o resistencia a las cargas mecánicas cuando se despresuriza el sistema;

Se deberían tomar precauciones cuando retorna la alimentación después de una separación o de una despresurización.



8. Los movimientos mecánicos, intencionados o no, (incluyendo los efectos debidos, por ejemplo, a la aceleración, deceleración o elevación/descenso de masas), no deben dar lugar a una situación peligrosa para las personas.
9. Para el diseño de máquinas y sistemas de bajo nivel sonoro, véase ISO/TR 11688-1.

Cuando se diseñan sistemas neumáticos para máquinas, se deben considerar todos los modos de funcionamiento y de utilización previstos de estos sistemas.

#### 4.3. Medidas de seguridad de tipo general

En el espacio de trabajo del robot, deben emplearse barreras de acceso y protección para minimizar el riesgo de la aparición de un accidente, como pueden ser:

- Barreras de acceso a la célula : Se colocaran barreras alrededor del área de trabajo de la máquina, impidiendo así el acceso a personas que no estén autorizadas a estar en esa zona.
- Dispositivos de intercambio de piezas : Al tener que estar el operario, realizando un almacenaje y transporte de piezas con la ayuda del robot, se habilitaran zonas libres de obstáculos para poder realizar la carga y descarga sin impedimentos.
- Zonas de reparación : Se preverá la existencias de zonas de reparación y mantenimiento del robot. Estas zonas están dentro de la zona de trabajo del robot, pero se asegurara de que no se tenga ninguna carga cerca que pueda dificultar el acceso a dicha zona.
- Condiciones adecuadas en la instalación auxiliar: Sistema eléctrico debidamente protegido, sistemas hidráulicos o neumáticos correctamente instalados, etc.
- No permitir que personal no formado trabaje con el ingrávito.
- Identificar claramente la zona máxima en que se produce el movimiento del robot con marcas en el suelo, señales y barreras especiales. Los

operarios que trabajen con el robot, deben conocer perfectamente el área de trabajo del robot, además del área ocupada por los elementos que se cargan y descargan con él.

- No confiar en el software como elemento principal de seguridad.
- Instalar botones tanto de marcha del ingrávito, como de parada de emergencia.
- Instalar luces destellantes que confirmen que el robot ya tiene la carga lista para transportar y que va a comenzar a moverse con el operario.
- Revisar elementos de seguridad periódicamente.
- Eliminar los puntos de peligro que puedan producirse en el espacio de trabajo del robot.
- El área de trabajo debe estar limpia de aceites, agua o residuos.
- Nunca intentar parar el movimiento del robot de otra forma que no sea mediante los botones de accionamiento.
- Nunca sobrepasar la carga máxima de elevación para la que está diseñado el robot.

#### 4.4. Medidas de seguridad a tomar en la fase de instalación

Por otro lado, durante la utilización del sistema y en especial durante las fases de puesta en marcha, deben respetarse rigurosamente determinadas normas que reducirán el riesgo de accidente que puedan producirse.

Además, es importante también, que exista información en la propia planta de la posibilidad de esos riesgos, así como operarios con formación adecuada. Estas consideraciones pueden resumirse de forma breve en los siguientes puntos:

- Abstenerse de entrar en la zona de trabajo: Se prohibirá la entrada a la zona de trabajo del ingrávito a todo aquel personal que no esté autorizado a usarlo, ya sea cuando está siendo usado mediante un operario cualificado, o cuando este el robot apagado.

- Señalización adecuada: El robot estará dotado de una señalización tanto acústica como luminosas las cuales avisaran de la puesta en marcha del robot, dando a conocer que el operario ya está trabajando con él.

#### 4.5. Sistemas de seguridad

El principal objetivo de la seguridad es tratar de evitar los riesgos que se producen en un momento determinado y en unas circunstancias concretas.

La seguridad de la zona de trabajo debe tenerse en cuenta desde el inicio de la fase de diseño, hasta el final de la instalación del manipulador de carga.

Por ello, las medidas técnicas de prevención en las que se basa el sistema de seguridad, son las siguientes:

- La ausencia de personal no autorizado en la zona de trabajo del operario con el ingrávito.
- Eliminación de peligros durante los mantenimientos de la máquina.

Para poder conseguir una zona de trabajo alrededor del ingrávito sin riesgos, se emplearan los siguientes sistemas de seguridad:

##### 4.5.1. Barreras metálicas

Estos elementos de seguridad estarían situados dentro de la denominada seguridad positiva. Esto consiste en un diseño cuya función es proteger al trabajador de los riesgos que puedan producirse en las proximidades de su espacio de trabajo, además de ser un impedimento visual y físico, para aquellas personas que quieran acceder a dicha zona. En el caso de que las personas no autorizadas, accedan a la zona de trabajo, pese a los impedimentos existentes, se procedería a realizar una sanción.

El sistema de protección consiste en unas barras de una altura que dificulte el acceso al punto peligroso.



Ilustración 2. Barrera metálica

Fuente : <https://www.ferax.es/>

#### 4.5.2. Estructura

La estructura del manipulador de carga (ingrávito) partner, consta de un pilar y una pluma de acero, con soldaduras de mayor dimensión y resistencia de la necesaria. El diseño y las aleaciones de acero empleadas, aportan una gran resistencia a la estructura ante cualquier impacto o mal uso a la que pueda ser sometida.

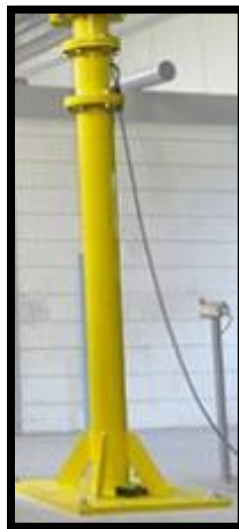


Ilustración 3. Pilar

Fuente : <https://www.dalmec.com/>

Además, el pilar base de la estructura está diseñado en forma cilíndrica, de forma que se evitan las aristas pronunciadas que puedan generar algún tipo de peligro sobre el operario que trabaja con el robot.

#### 4.5.3. Circuito eléctrico

El circuito eléctrico del robot debe estar totalmente protegido y aislado contra el agua y fluidos que puedan corroer el aislamiento, produciendo cortocircuitos. Además, estos, deben estar correctamente refrigerados, para evitar que se produzcan sobrecalentamientos.

#### 4.5.4. Mando de control

Mediante el mando de control, se controlan todos los movimientos del robot, la velocidad a la que eleva y descarga, además del agarre de la carga. Para este último punto, se emplean sensores de contacto, los cuales verifican que la carga está correctamente amarrada.

En dicho dispositivo, se cuenta con dos botones, los cuales deben ser pulsados simultáneamente para el accionamiento del robot, asegurando así, que el operario siempre tenga las dos manos sobre el mando de control, obteniendo así un control total del robot.

Los ajustes de velocidad y de los giros de rotación y traslación, se realiza con el objetivo de mantener el robot bajo control, mientras el operario trabaja de una forma segura.

Un fallo en el mando de control, implica la pérdida de control del robot, pudiendo generar algún movimiento que genere peligro para el operario que trabaja con él.

Se tendrá en cuenta el Real Decreto 1580/2006, de 22 de diciembre, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.

#### 4.5.5. Brazos articulados

El brazo articulado del robot, es de acero, por lo que asegura una gran resistividad para la manipulación de las cargas.

Dicho brazo, se encuentra debidamente conectado y sujeto, a la pluma del robot, con la que reparte el peso que soporta al realizar elevaciones con las cargas. Además, para evitar posibles accidentes, fue sometido a diferentes ensayos de fuerza para estudiar el límite de rotura del brazo. Por lo que tras finalizar los estudios, se reforzó el brazo, aumentando el coeficiente de seguridad.

La norma UNE-EN ISO 10218-2:2016, por la que se regula los requisitos de seguridad para robots industriales establece los requisitos del elemento. De esta manera, se deben diseñar y construir los elementos de forma que:

1. La pérdida de suministro de energía no provoque la liberación de carga, que podría generar una situación de peligro.
2. Los discos del pilar y el soporte de la pluma, y de la pluma y el brazo estén alineados perfectamente.
3. Las fuerzas que pueda generar la carga se encuentren dentro de los límites establecidos por el fabricante del robot.

#### 4.5.6. Pluma

La pluma se encuentra debidamente conectada al soporte diseñado para ella, lo que proporciona estabilidad y resistividad. Además, este soporte, está anclado al pilar de la estructura mediante una serie de tornillos, logrando así, que en anclaje de esta sea casi proporcional a un anclaje directamente realizado en el suelo.



Ilustración 4. Pluma

Fuente : <https://www.dalmec.com/>

#### 4.5.7. Sistema neumático

En los sistemas neumáticos se debe facilitar la disipación de la presión del fluido en el sistema con el fin de evitar puestas en marcha intempestivas. Esto se puede realizar mediante las siguientes opciones :

- Separación de la alimentación de energía mediante un dispositivo de corte, en el que puede ser necesario un sistema de bloqueo.
- La separación y disipación de la presión del sistema mediante uno o varios dispositivos de corte adecuados, con un sistema de descarga de presión, en el que puede ser necesario un sistema de bloqueo.
- Descarga o resistencia a las cargas mecánicas cuando se realiza una despresurización del sistema.

Al retomar la alimentación después de una separación o una despresurización debe tomarse las precauciones pertinentes.



Ilustración 5. Cilindro neumático Fuente : <https://export.rsdelivers.com/>

Además, estos sistemas deben cumplir con los tres siguientes puntos :

##### *a. Resistencia al pandeo*

Debe prestarse atención a la longitud de la carrera, carga, y montaje de ejes con objeto de evitar la flexión o el pandeo del vástago del pistón en cualquier posición.

*b. Resistencia a choques y vibraciones*

Cualquier componente montado sobre o conectado a un cilindro se debe sujetar de manera que no se afloje por choques, vibraciones, etc.

*c. Topes de fin de carrera*

Si la longitud de la carrera está determinada por topes externos de fin de carrera, se deben prever los medios para trabar los topes de fin de carrera ajustables.

#### 4.6. Consideraciones básicas de diseño

El sistema completo debe diseñarse e instalarse según los requisitos de seguridad establecidos en los estándares y las normativas del país en el que se va a instalar el manipulador de carga.

Los integrantes del robot partner son los responsables de garantizar el cumplimiento de leyes y normas de seguridad aplicables del país en cuestión, así como la eliminación de los peligros en la aplicación robótica completa. No se limita únicamente a:

- La realización de una evaluación de riesgos para todo el sistema.
- La interconexión con otras máquinas y dispositivos de seguridad adicionales si así lo define la evaluación de riesgos.
- La configuración de los ajustes de seguridad adecuados en el software.
- La garantía de que el usuario no modificara ninguna medida de seguridad.
- La validación de que el sistema completo está diseñado e instalado correctamente
- La especificación de las instrucciones de uso
- La señalización de la instalación del robot con los signos relevante e información de contacto del integrador.
- La recopilación de toda la documentación en un documento técnico, incluida la evaluación de riesgos.



La norma a seguir para evaluar las medidas de protección relacionadas con el diseño del robot y sus componentes en la UNE-EN ISO 10218-1:2014, la cual establece los requisitos de seguridad para robots industriales.

#### 4.7. Encendido y apagado

El robot se inicia mediante el levantamiento del botón de parada, situada en el centro del mando de control. Tras levantar el botón de parada, tras unos segundos, se iluminaran los botones situados en el mando de control, mostrando así, que el robot ya está encendido y en disposición para trabajar.

Para apagar el robot, este tiene un sistema el cual, no permitirá que este se apague, si detecta que el robot tiene la pluma levantada o si se deja con una carga elevada. Por ello, para apagar el robot, la pluma debe estar perpendicular a su base, y sin ninguna carga, es entonces cuando el robot permite pulsar el botón de parada, y tras unos segundos se apagaran todas las luces relacionadas con este.

#### 4.8. Seguridad y fiabilidad de los sistemas de mando

Los robots partner están equipados con distintas funciones de seguridad integradas, así como distintas interfaces eléctricas de seguridad. Todas ellas están supervisadas según la norma ISO 13849-1:2008.

El robot dispone de un accionador lineal (cilindros-pistones), los cuales deben cumplir fundamentalmente con los siguientes puntos que se mencionan a continuación:

- Resistencia al pandeo : Debe prestarse atención a la longitud de la carrera, carga y montaje de ejes con objeto de evitar la flexión o el pandeo del vástago del pistón en cualquier posición.

- Resistencia a choques y vibraciones : Cualquier componente conectado a un cilindro debe sujetarse de manera que no se afloje ni por choques ni vibraciones.
- Topes de fin de carrera : Si la longitud de la carrera está determinada por topes externos de fin de carrera, se deben prever los medios para bloquear los topes de fin de carrera ajustables.

El mando de control dispone de una serie de botones al alcance del operario para la manipulación del robot, los cuales se mencionan a continuación:



Ilustración 6. Sistema de mando Fuente : <https://www.manomano.es/>

#### 4.8.1. Botón de parada

Este botón es de color rojo y se emplea para cuando el tiempo de parada del robot será de un intervalo de tiempo en torno a 10-15 minutos, en los cuales el robot se queda en modo standby. Para proceder a la parada de la máquina, el operario deberá pulsar dicho botón. Sin embargo, una vez transcurrido ese tiempo, si el operario no vuelve a su puesto de trabajo, el robot procederá a bloquearse, como medida de seguridad.

#### 4.8.2. Botón de encendido

Este botón es de color verde y se emplea para inicializar la máquina, tras una parada y para poner en marcha la máquina.

#### 4.8.3. Botón de emergencia

Este botón tiene la finalidad de detener la maquina por completo en caso de que se produzca un accidente. Se caracteriza por su forma de seta y su color rojo intenso.

El uso y la configuración de las funciones e interfaces relacionadas con la seguridad deben llevarse a cabo de acuerdo con la evaluación de riesgos que realice el integrador. Si el robot detecta un fallo de seguridad, como que el sistema hidráulico no funcione o se ha infringido el límite de carga máxima permitida, se bloqueara, realizando una parada de emergencia.

### 4.9. Órganos de accionamiento

El sistema de puesta en marcha de la máquina se lleva a cabo cuando el operario pulsa el botón de arranque, sin embargo, existe una medida de seguridad, que no permitirá la puesta en marcha si el robot detecta que se está superando la máxima carga permitida o que la carga no está correctamente amarrada para realizar el transporte.

### 4.10. Preparación para el transporte

#### 4.10.1. Identificación de tuberías

Cuando los sistemas deben ser desmontados para el transporte, las tuberías y conexiones deben estar claramente identificadas. La identificación se debe corresponder, y no ser conflictiva, con los datos de cualquiera de los planos y esquemas apropiados.

#### 4.10.2. Embalaje

Todos los sistemas/componentes deben estar embalados de manera que estén protegidos contra daños o deformaciones y que se preserve su identificación durante el transporte.

#### 4.10.3. Protección de aberturas

Los orificios que están al descubierto en los componentes deben ser tapados y las roscas macho deben ser protegidas para el transporte. Estos tapones sólo se deben quitar inmediatamente antes de montar de nuevo el sistema. Solamente se deben emplear tapones cuya retirada sea indispensable para poder efectuar de nuevo el montaje.

## 5. Verificación de los requisitos generales de seguridad según el RD 1644/2008

Este real decreto tiene por objeto establecer las prescripciones relativas a la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, con el fin de garantizar la seguridad de las mismas y su libre circulación de acuerdo con las obligaciones establecidas en la directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE.

Por lo que este real decreto se aplicara a los siguientes productos :

- a) Maquinas
- b) Equipos intercambiables
- c) Accesorios de elevación
- d) Cadenas, cables y cinchas.
- e) Dispositivos amovibles de transmisión mecánica.
- f) Los componentes de seguridad
- g) Las cuasi máquinas.

Por lo tanto, el Real Decreto 1644/2008, afecta al manipulador de carga escogido.

### 5.1. Inspección

Los sistemas y sus componentes se deben verificar por inspección de su identificación en comparación con las especificaciones del sistema. Además se deben inspeccionar las conexiones de los componentes en el sistema neumático para verificar su conformidad con el esquema del circuito

El fabricante del ingrávito debe asegurar que se cumplan todos las especificaciones y requisitos que se establecen en el Real Decreto. Además, esta exigido por la legislación, que para la comercialización del producto, este tenga la declaración de conformidad, el marcador CE y el manual de instrucciones en el idioma del país del cliente.

#### 5.1.1. Marcado CE

Para certificar la conformidad de una máquina con las disposiciones de este real decreto, el fabricante o su representante autorizado aplicara uno de los procedimientos de evolución de la conformidad, establecidos en los apartados 2, 3 y 4 del real decreto.

El marcado CE es por lo tanto, un indicador clave de la conformidad de un producto con la legislación de la UE y permite el libre movimiento de productos dentro del mercado europeo.

Mediante la colocación del marcado CE en un producto, el fabricante declara que el producto cumple con los requisitos legales necesarios para ostentar dicho marcado. Este logo, se limita a garantizar la evaluación del producto antes de ser lanzado al mercado, y que por tanto, satisface los requisitos legales para ser vendido. Esto significa que el fabricante ha verificado que el producto cumple con todos los requisitos esenciales de las directivas aplicables.

Sin embargo, no todos los productos deben portar el marcado CE. Solamente aquellas categorías de productos que estén sujetas a directivas específicas que mantengan el marcado CE deberán portar dicha marca.

El marcador CE debe estar posicionado junto al nombre del fabricante o representante autorizado, además de figurar el número de identificación del organismo notificado.

Así mismo, es importante saber diferenciar el marcador CE respecto a otras copias.

Como puede observarse en la imagen, la diferencia más significativa, es el espacio entre ambas letras.



Ilustración 7. Marcado CE Fuente : <https://yosoyoriginal.es/>

En caso de querer reducir o aumentar el tamaño del marcado CE, se deberán respetar las proporciones de este logotipo.

Los diferentes elementos de marcado CE deberán tener apreciablemente la misma dimensión vertical, que no podrá ser inferior a 5mm y están definidas según se detalla en la figura siguiente. Se autorizan excepciones a la dimensión mínima en el caso de las máquinas de pequeño tamaño.

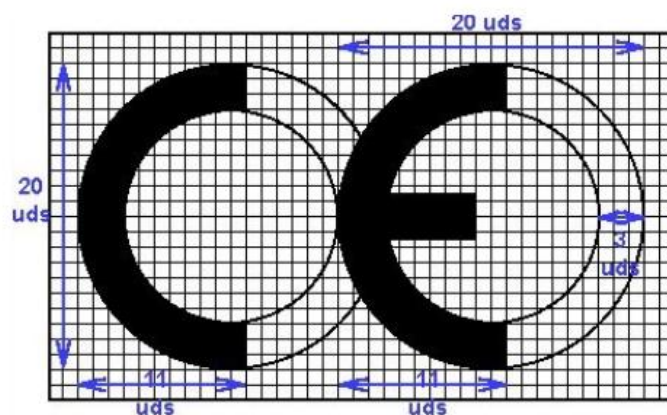


Ilustración 8. Características marcado CE Fuente : <https://www.marcado-ce.com/>

El Marcado CE se colocará únicamente en productos para los que su uso está contemplado en la legislación comunitaria de armonización y no se colocará en ningún otro producto.

Por el hecho de colocar o haber colocado el marcado CE, el fabricante indica que asume la responsabilidad de la conformidad del producto con todos los requisitos comunitarios aplicables establecidos en la legislación comunitaria de armonización que rige su colocación.

El marcado CE será el único que certifique la conformidad del producto con los requisitos aplicables establecidos en la legislación comunitaria de armonización pertinente que rige su colocación.

Se prohíbe colocar en un producto marcados, signos o inscripciones que puedan inducir a confusión a terceros en cuanto al significado o la forma del marcado CE. Puede colocarse cualquier otro marcado en el producto a condición de que ello no afecte a la visibilidad, la legibilidad y el significado del marcado CE.

El Marcado CE se colocará de forma visible, legible e indeleble en el producto o en su placa de características. Cuando esto no sea posible por la naturaleza del producto, se colocará en el embalaje, en su caso, y en la documentación que acompañe al producto.

Requerimientos Obligatorios, para todas las directivas a la hora de poner el Marcado CE:

- La colocación del Marcado CE implica que el producto cumple todas las Directivas que le son de aplicación.
- El Marcado CE estará compuesto de:
  - Las iniciales CE.
  - Número distintivo del organismo notificado, en caso de que este haya participado en la fase de control de la producción.
- Queda prohibido poner sobre los recipientes marcas o inscripciones que puedan crear confusiones con el Marcado CE.



- El Marcado CE debe fijarse de forma visible, legible e indeleble en el recipiente o en una placa descriptiva colocada de forma inamovible sobre el recipiente.
- En caso de reducción o aumento de tamaño del Marcado CE, deberán conservarse las proporciones de este logotipo.
- Los diferentes elementos del Marcado CE deberán tener una dimensión vertical apreciablemente igual que no será inferior a 5 mm.

#### 5.1.2. Declaración de conformidad para el marcador CE

El documento en donde el fabricante declara que el producto que pone en venta cumple con todos los requisitos esenciales, es la declaración de conformidad para el marcador CE, y en el deben incluirse los siguientes datos:

- Fecha
- Identificación del signatario.
- Los organismos notificados que intervengan en la evaluación de la conformidad de producto deben estar citados.
- El nombre y dirección del responsable.
- Las referencias a las normas armonizadas utilizadas y también incluir otras normas o especificaciones técnicas que fueron utilizadas.
- La descripción detallada del producto como por ejemplo marca, modelo, limitaciones, características técnicas, etc.
- La identificación del certificado CE.
- Manual de instrucciones en el idioma del comprador.

El manual que proporcione el fabricante deberá ser original o una traducción de este en el idioma que corresponda. Para realizar la traducción, deberá estar acompañada del manual original y deberán incluir la siguiente mención: “traducción del manual original”

El manual de instrucciones debe contener los siguientes puntos:

- Información sobre las piezas de recambio

- Instrucciones para poder realizar con seguridad el transporte y almacenamiento.
- Pautas a seguir en caso de avería o accidente.
- Instrucciones de cómo realizar el mantenimiento.
- Pautas preventivas que deben realizarse durante el mantenimiento.
- Información sobre el ruido que genera el robot.
- Instrucciones de la formación que debe darse a los operadores para la puesta en servicio y la utilización de la máquina.
- Medidas preventivas que deben seguirse en caso de que se produzcan riesgos residuales.
- Instrucciones de la utilización y del montaje.
- Descripciones del uso correcto de la máquina.
- Advertencias relativas sobre modos de cómo no debe usarse la máquina.
- Declaración de la máquina.
- La designación de la máquina.
- Descripciones de los puestos de trabajo que los trabajadores pueden ocupar.
- Declaración CE de conformidad.
- Planos.
- Dibujos y especificaciones necesarias para el montaje.
- Razón social del fabricante y su representante autorizado.
- Orden de montaje de la máquina.
- Pautas para la puesta en marcha y apagado de la máquina.

En cuanto al nivel de acústica se refiere, el nivel de presión de emisión ponderado A en los puestos de trabajo, cuando supere 70db, si este nivel fuese inferior o igual a 70db, deberá mencionarse este hecho.

Sin embargo, el nivel máximo de la presión acústica instantánea ponderado C en los puestos de trabajo, cuando supere los 63Pa (130 dB con relación a 20μPa). Además el nivel de potencia acústica ponderado A emitido por la máquina, si el nivel de presión acústica de emisión ponderado A supera, en los puestos de trabajo 80dB.

Estos valores se medirán realmente en la máquina considerada, o bien se establecerán a partir de las mediciones efectuadas en una máquina técnicamente comparable y representativa de la máquina a fabricar.

Cuando la máquina sea de grandes dimensiones, la indicación del nivel de potencia acústica ponderado A podrá sustituirse por la indicación de los niveles de presión acústica de emisión ponderados A en lugares especificados en torno a la máquina. Cuando no se apliquen las normas armonizadas, los datos acústicos se medirán utilizando el código de medición que mejor se adapte a la máquina. Cuando se indiquen los valores de emisión de ruido, se especificara la incertidumbre asociada a dichos valores.

Deberán describirse las condiciones de funcionamiento de la máquina durante la medición, así como los métodos utilizados para esta. Cuando el o los puestos de trabajo no estén definidos o no puedan definirse, la medición del nivel de presión acústica ponderado A se efectuara a 1m de la superficie de la máquina y a una altura de 1.6metros por encima del suelo o de la plataforma de acceso.

Se indicará la posición y el valor de la presión acústica máxima. Cuando existan directivas comunitarias específicas que prevean otros requisitos para medir el nivel de presión acústica o el nivel de potencia acústica, se aplicaran estas directivas y no se aplicaran los requisitos correspondientes del presente punto :

- Cuando sea probable que la máquina emita radiaciones no ionizantes que puedan causar daños a las personas, en partículas a las personas portadoras de dispositivos médicos implantables activos o inactivos, información sobre la radiación emitida para el operador y las personas expuestas.

## 5.2. Ensayos

Se deben llevar a cabo los siguientes ensayos para determinar la conformidad con los requisitos de seguridad aplicables :

- Ensayos funcionales para probar el funcionamiento correcto del sistema y de todos los dispositivos de protección.

#### 5.2.1. Ensayos estáticos

- Ensayos de compresión para comprobar cada parte del sistema a la presión máxima de trabajo que puede ser soportada en todas las condiciones de uso previstas.
- Ensayos de flexión para comprobar los componentes del robot como el brazo, la pluma o el pilar tienen la capacidad para soportar el peso máximo en todas las condiciones de uso previstas.
- Ensayos de tracción para comprobar el comportamiento de los componentes del robot, sometidos a un esfuerzo de tracción progresivamente creciente.

#### 5.2.2. Ensayos de duración

- Ensayos de fatiga para comprobar la vida útil de los componentes que más sometidos están a la elevación de carga.
- Ensayos de fluencia para comprobar la deformación de los componentes sometidos a cargas permanentes durante tiempos prolongado.

#### 5.2.3. Otros ensayos

- Ensayos de emisión de ruidos para comprobar los ruidos que emiten cada componente del robot y que la suma total de los ruidos se mantenga dentro de los límites permisibles.

#### 5.2.4. Ensayos orientativos

A continuación se muestran algunos de los ensayos realizados para el proyecto. Aunque estos ensayos no pueden emplearse como algo concluyente, son realizados **a modo orientativo** para asegurarse de que se va bien encaminado.

**Brazo manipulador**

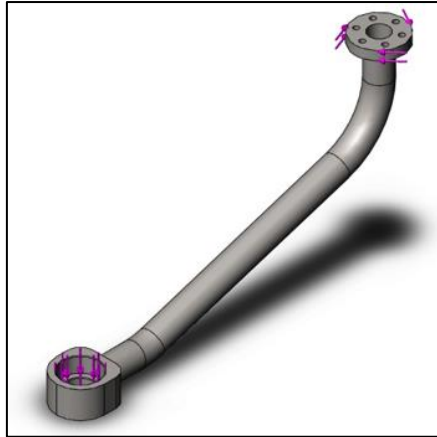


Ilustración 9. Brazo manipulador Fuente : Propia

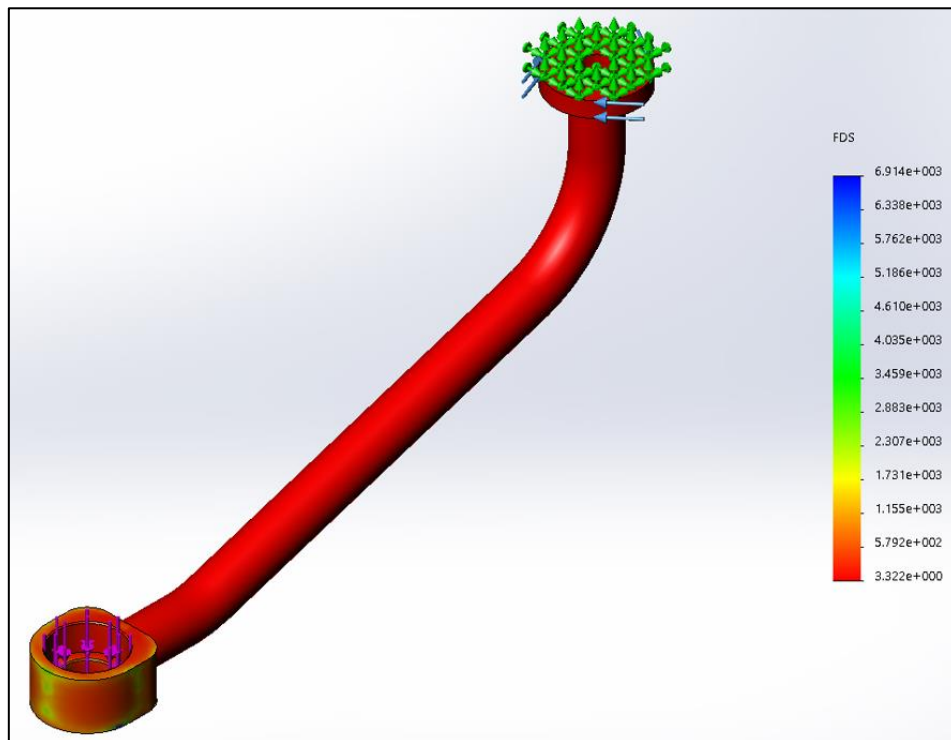


Ilustración 10. Brazo manipulador factor de seguridad

Fuente : Propia

### **Brida**

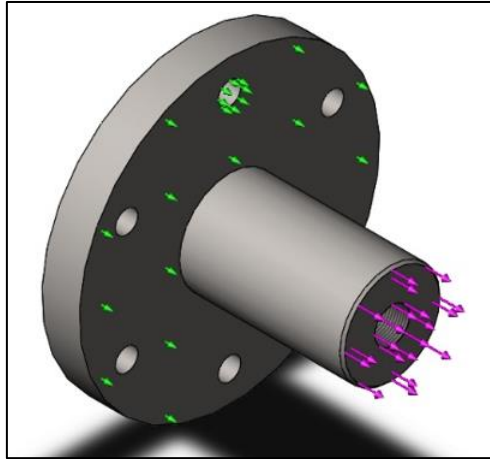


Ilustración 11. Brida Fuente : Propia

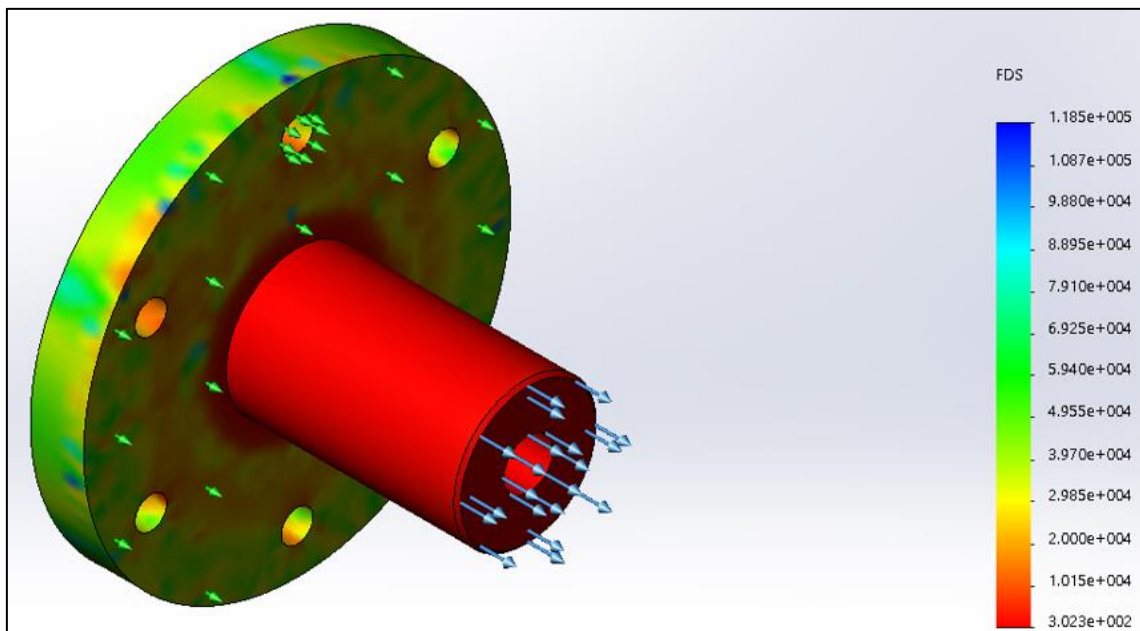


Ilustración 12. Factor de seguridad de la brida Fuente : Propia

**Pluma**

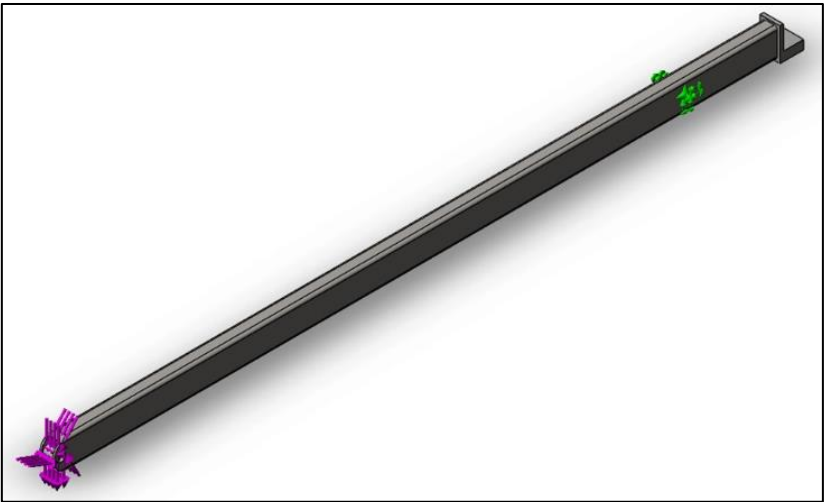


Ilustración 13. Pluma      Fuente : Propia

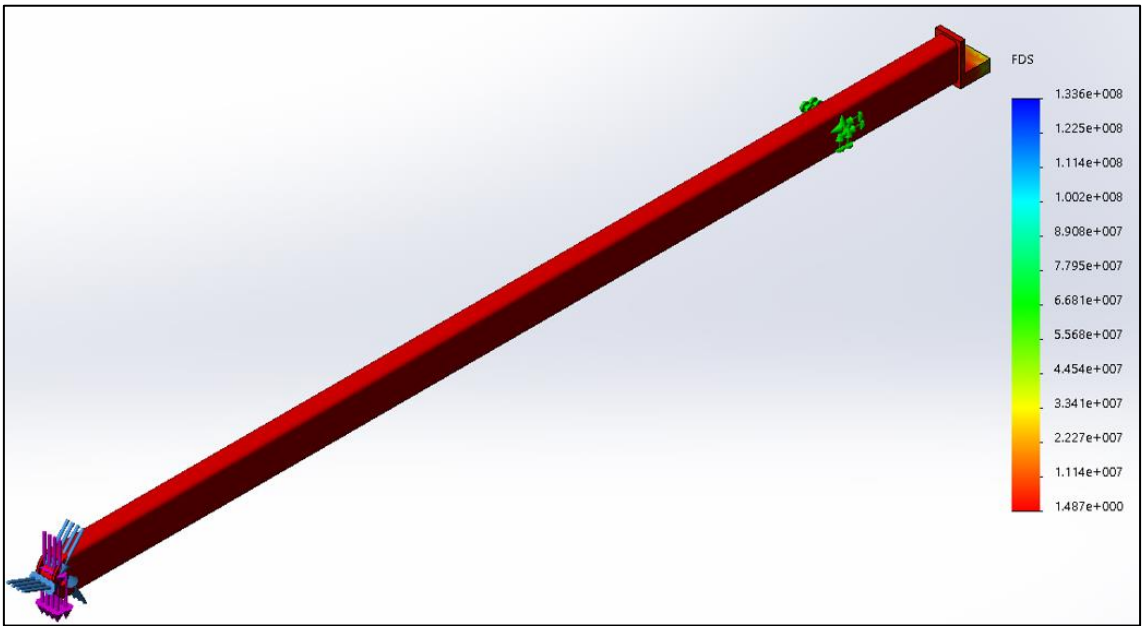
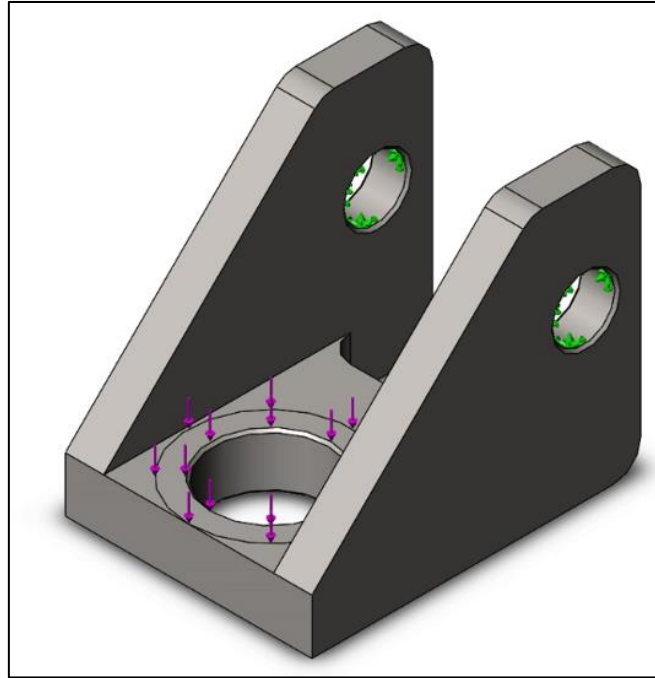
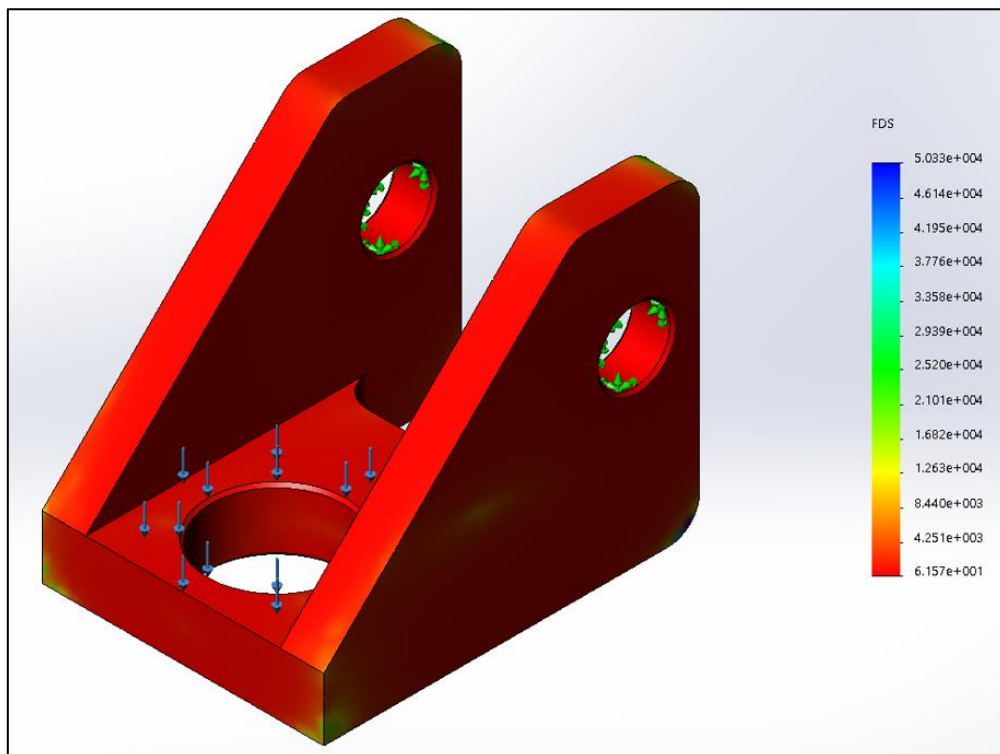


Ilustración 14. Factor seguridad pluma      Fuente : Propia

### **Soporte sistema**



*Ilustración 15. Soporte del sistema Fuente : Propia*



*Ilustración 16. Factor de seguridad del soporte del sistema Fuente : Propia*



En las imágenes de la simulación, se puede apreciar como las piezas superan el factor de seguridad de 1. Gracias a ello, se sabe que las piezas soportan la carga a la que son sometidos.

## 6. Normas empleadas

### 6.1. Para trabajar con ingravidos

1. Todo aquel que tenga que trabajar con el robot deberán tener un permiso especial escrito para trabajar con él.
2. Los permisos deben especificar claramente los siguientes puntos:
  - Trabajo a realizar
  - Persona o personas que van a realizar el trabajo.
  - Persona encargada de supervisar el trabajo.
  - Especificar las medidas de seguridad que se van a adoptar y los pasos a seguir.
3. El robot tiene que estar dotado por un botón o dispositivo de parada.
4. Se debe seleccionar un modo de aprendizaje a velocidad reducida para trabajar con el ingravido.
5. Se debe formar adecuadamente a todo operario que trabaje con el ingravido. Esta formación será tanto en el área de formación técnica, así como de seguridad.

### 6.2. Normativa legal

Actualmente la normativa más relevante es la siguiente:

#### 6.2.1. UNE-EN ISO 10218

Se trata de una normativa realizada por el organismo internacional de estandarización.

A grandes rasgos contiene la siguiente información: una sección sobre el análisis de la seguridad, la definición de riesgos y la identificación de posibles fuentes de peligros o accidentes. Contiene además una sección sobre diseño y fabricación, que dedica un breve análisis al diseño de sistemas robotizados,

teniendo en cuenta aspectos mecánicos, ergonómicos y de control. Se divide en dos partes:

♣ **UNE EN ISO 10218-1. Robots y dispositivos robóticos. Requisitos de seguridad para robots industriales. Parte 1: Robots.**

- Especifica requisitos de seguridad para robots industriales.
- No es aplicable para la integración de robots o el diseño de sistemas robot (células robotizadas).
- La norma no contempla el robot como máquina completa y no trata los riesgos debidos a ruido.
- EN-ISO 10218-1 es una Norma tipo C y está armonizada bajo la directiva de maquinaria (2006/42/EC).

♣ **UNE EN ISO 10218-2. Robots y dispositivos robóticos. Requisitos de seguridad para robots industriales. Parte 2: Sistemas robot e integración**

- Especifica requisitos de seguridad para sistemas robot e integraciones de robots que cumplen con la norma UNE EN ISO 10218-1.
- La norma se aplica a sistemas robot como máquinas pero no trata los riesgos debidos a ruido.
- La integración incluye el diseño, la construcción, instalación, operación, mantenimiento y puesta fuera de servicio.
- EN-ISO 10218-2 es una norma tipo C y está armonizada bajo la directiva de maquinaria (2006/42/EC).

### 6.2.2. UNE-EN ISO 12100:2012

Sobre seguridad de las máquinas, principios generales para el diseño, evaluación y reducción del riesgo.

Consiste en una guía aplicable durante el proceso de fabricación de una máquina, instaurando procedimientos específicos orientados a la seguridad en el diseño de las maquinas así como sentando las bases en cuanto a terminología, principios de evaluación y reducción del riesgo.

### 6.2.3. UNE-EN ISO 14121-1:2018

Sobre seguridad de las máquinas y evaluación del riesgo.

Se establecen los principios generales útiles para cumplir los objetivos de reducción del riesgo. Estos reúnen el conocimiento y la experiencia en el diseño, utilización, incidentes, accidentes y daños relativos a las máquinas con el fin de evaluar los riesgos durante todas las fases relevantes del ciclo de vida de una máquina.

### 6.2.4. ISO-TS 15066 (2016)

Especificación técnica referente a robots colaborativos.

La norma **describe diferentes conceptos de colaboración y los requisitos necesarios para lograrlos**. Además de cubrir el diseño y evaluación de riesgos, también incluye los resultados de un estudio de investigación sobre el umbral del dolor en comparación con la velocidad del robot, la presión y el impacto de partes específicas del cuerpo.

#### 6.2.5. Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre

Se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

Tiene por objeto establecer las prescripciones relativas a la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, con el fin de garantizar la seguridad de las mismas y su libre circulación, de acuerdo con las obligaciones establecidas en la directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la directiva 95/16/CE.

#### 6.2.6. Directiva 2006/42/CE, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas

La **Directiva 2006/42/CE** establece que las máquinas que se comercialicen o pongan en servicio dentro de la Unión Europea, deben cumplir unos requisitos esenciales de seguridad y salud. Para que una máquina se pueda comercializar y poner en servicio, deberá ir acompañada de una Declaración CE de Conformidad y ostentar el Marcado CE. La Declaración CE de Conformidad es el procedimiento de certificación por el cual el fabricante declara que las máquinas comercializadas satisfacen todos los requisitos esenciales de seguridad y salud correspondientes.

La **Directiva 2006/42/CE** aplica a las máquinas, los equipos intercambiables, los componentes de seguridad, los accesorios de elevación, las cadenas, cables y cinchas, los dispositivos amovibles de transmisión mecánica, y las cuasi máquinas.

Se trata de una Directiva que afecta a una amplia variedad de productos, diseñada para que nuevas aplicaciones tengan cabida en el futuro. De entre todas las aplicaciones posibles, sólo las máquinas del Anexo IV están afectadas de un modo especial. Para certificar la conformidad de una máquina con las disposiciones de la Directiva, el fabricante o su representante autorizado aplicará uno de los procedimientos de evaluación de la conformidad descritos en su artículo 12.

#### 6.2.7. ISO 9283:1993.

Sobre robots manipuladores industriales, donde se especifican los criterios de análisis de prestaciones y métodos de ensayo relacionados.

#### 6.2.8. ISO 8373.

Sobre robots manipuladores industriales.

#### 6.2.9. ISO 9409.

Sobre robots manipuladores industriales, donde se analizan los interfaces mecánicos.

Esta norma consiste en dos partes:

♣ **ISO 9409-1:2004. PLATOS**

♣ **ISO 9409-2:2002. EJES**

#### 6.2.10. Normativa europea

- a. EN 292. Conceptos básicos. Principios generales de diseño.
- b. EN 294. Distancias de seguridad para impedir que las extremidades superiores alcancen zonas peligrosas.
- c. EN 954-1: Partes de los sistemas de control relativas a la seguridad.
- d. EN 1050: Principios para la evaluación del riesgo.
- e. EN 60204-1: Equipo electrónico de las máquinas.

Esta norma presupone la conformidad con los requisitos básicos de las directivas sobre máquinas y baja tensión.

La norma EN 60204-1 es la norma de referencia para el equipo eléctrico de las máquinas en todos sus aspectos: protección de las personas, de la máquina

y el equipo, interfaces hombre-máquina, sistema de control, conexión, cableado, documentación, marcado.

Definición de 3 categorías de parada:

**Categoría 0:** parada por supresión inmediata de la potencia en los accionadores. Por ejemplo: parada no controlada

**Categoría1:** Parada de controlada manteniendo la potencia en los accionadores hasta la parada de la máquina: a continuación corte de la potencia cuando se consigue la parada.

**Categoría2:** parada controlada manteniendo la potencia en los accionadores.  
NOTA: no debe confundirse con las categorías de los sistemas de control según EN 954-1.

#### f. EN 418: Equipo de parada de emergencia.

Esta norma presupone la conformidad con los requisitos básicos de la directiva sobre máquinas.

Paro de emergencia:

- Función destinada a:

Evitar riesgos existentes o que están apareciendo y que puedan afectar a las personas (riesgos originados por anomalías).

Ser activada por el operario.

- Requisitos de seguridad: La función de parada de emergencia debe estar disponible y poder funcionar en todo momento.

El paro de emergencia debe funcionar según el principio de la acción positiva (definida en la norma 292)

El paro de emergencia puede ser de categoría 0 (interrupción inmediata de la alimentación de energía del accionador) o categoría 1 (parada controlada: los accionadores siguen alimentados en energía para que puedan parar la máquina, a continuación corte de la potencia cuando se consigue la parada).

- g. EN 574: Dispositivos de mando a dos manos
- h. EN 953: Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijo y móviles.
- i. EN 999: Posicionamiento de los equipos de protección en función de la velocidad de aproximación de las partes del cuerpo.
- j. EN 1037: Prevención de una puesta en marcha accidental.
- k. EN 983:1996 : Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas.
- l. EN 1070: 1998: Seguridad de las máquinas. Terminología.
- m. EN 1837:1997 : Seguridad de las máquinas. Alumbrado integral de las máquinas.
- n. EN ISO 3746:1995 - Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido a partir de la presión sonora. Método de control en una superficie de medida envolvente sobre un plano reflectante (ISO 3746:1995).
- ñ. EN ISO 4871: 1996 - Acústica. Declaración y verificación de los valores de emisión sonora de máquinas y equipos (ISO 4871:1996).
- o. EN ISO 11688-1:1998 - Acústica. Práctica recomendada para el diseño de máquinas y equipos de bajo nivel de ruido. Parte 1: Planificación (ISO/TR 11688-1:1995).
- p. EN 13849-1:2008 - Principios generales para el diseño.



## 7. Manual de instrucciones de seguridad

### 7.1. Introducción

El manual de instrucciones de uso sirve para que en ningún momento la máquina sea utilizada incorrectamente suponiendo el peligro para el usuario. El manual, contiene información importante sobre seguridad que el usuario del ingrávido debe leer y entender antes de encender y manejarlo por primera vez.

Además de formar parte del expediente técnico, el manual de instrucciones es un elemento básico del suministro de la máquina. Toda máquina debe ir acompañada de su manual de instrucciones. Las instrucciones deben proporcionar información para que la máquina se pueda utilizar con seguridad. El contenido no solo deberá tener en cuenta el uso previsto de la máquina sino también su mal uso razonablemente previsible.


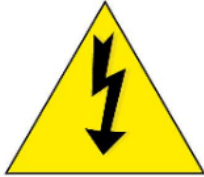

Independientemente de los requisitos esenciales específicos para determinados tipos de máquinas, el requisito esencial 1.7.4.2 de la Directiva establece el contenido mínimo del manual de instrucciones:

- la razón social y dirección del fabricante.
- la designación de la máquina y una descripción general de la misma.
- la declaración CE de conformidad o un documento que exponga su contenido.
- las descripciones y explicaciones necesarias para el uso, mantenimiento y reparación de la máquina, así como para comprobar su correcto mantenimiento.
- las instrucciones de montaje, instalación, conexión y puesta en servicio de la máquina.
- las instrucciones para que las operaciones de transporte, manutención y almacenamiento puedan realizarse con total seguridad.
- la descripción de las operaciones de reglaje y mantenimiento.

- las características básicas de las herramientas que pueden acoplarse a la máquina.
- si ha lugar, las instrucciones de aprendizaje.
- la información sobre el ruido emitido.
- las contraindicaciones de uso.

El manual de instrucciones deberá estar redactado en la lengua o lenguas oficiales comunitarias del Estado miembro donde se comercialice y/o se ponga en servicio la máquina. El manual de instrucciones que acompañe a la máquina será un “Manual original” o una “Traducción del manual original”, en este último caso, la traducción irá acompañada obligatoriamente de un “Manual original”

A lo largo del manual se emplean los siguientes símbolos para indicar los peligros y advertencias que hay que tener en cuenta a la hora de manejar el robot.

	<p>PELIGRO</p> <p>Esto indica una situación peligrosa en la que existe riesgo de una colisión entre el hombre y la máquina</p>
	<p>PELIGRO</p> <p>Esto indica una situación peligrosa en la que existe el riesgo de que se pueda producir el atrapamiento de un trabajador.</p>
	<p>PELIGRO</p> <p>Esto indica una situación eléctrica inminentemente peligrosa que, si no se evita, podría provocar la muerte o lesiones graves.</p>
	<p>PELIGRO</p> <p>Esto indica una situación inminentemente peligrosa que, si no se evita, podría provocar la muerte o lesiones graves.</p>
	<p>ADVERTENCIA</p> <p>Esto indica una situación eléctrica posiblemente peligrosa que si no se evita, podría provocar lesiones o daños importantes en el equipo.</p>





	<b>ADVERTENCIA</b>  Esto indica una situación posiblemente peligrosa que, si no se evita, podría provocar lesiones o daños importantes en el equipo.
	<b>ADVERTENCIA</b>  Esto indica una superficie caliente posiblemente peligrosa que si se toca, puede provocar lesiones.
	<b>PRECAUCIÓN</b>  Esto indica que si no se evita, podría provocar daños en el equipo.

Tabla 4. Peligros y advertencias en el manejo

Fuente : Propia

## 7.2. Advertencias y precauciones generales

A continuación se enumeran las advertencias y precauciones que hay que tener en cuenta a la hora de manipular el robot.

	<b>1.</b> Asegúrese de que tanto el brazo robótico y la herramienta de agarre de cargas, estén sujetos de manera correcta y en la posición correcta.
	<b>2.</b> Asegúrese de que el brazo robótico tenga espacio suficiente para trabajar libremente.
	<b>3.</b> Asegurarse de estén establecidas las medidas de seguridad de configuración de seguridad del robot para proteger tanto a operadores como a transeúntes.
	<b>4.</b> No llevar ropa holgada, ni joyas al trabajar con el robot. Tener el pelo recogido en caso de tenerlo largo, cuando se trabaje con el robot.
	<b>5.</b> No utilizar el robot si está dañado.
	<b>6.</b> Si el robot detecta un fallo, no manipularlo para continuar con el trabajo.
<b>ADVERTENCIA</b>	

	<b>7.</b> Asegúrese de utilizar los ajustes de la instalación correctos
	<b>8.</b> Las herramientas, efectores finales y los obstáculos no deben tener bordes afilados ni puntos de enganche
	<b>9.</b> Asegúrese de advertir a todas las personas de que no accedan a la zona de trabajo del robot durante su funcionamiento con el operario.
	<b>10.</b> Las colisiones pueden liberar altos niveles de energía cinética, que será más elevada a altas velocidades y con grandes cargas.
	<b>11.</b> Combinar diferentes máquinas puede aumentar los peligros o crear unos nuevos, por lo que hay que realizar siempre una evaluación de riesgos de la instalación completa. Dependiendo de la evaluación del riesgo, pueden ser aplicables diferentes niveles de rendimiento en seguridad y parada de emergencia, seleccione siempre el mayor nivel de rendimiento. Lea y entienda en todo momento los manuales de todos los equipos empleados en la instalación.
	<b>12.</b> Si el robot se adquiere con un módulo adicional, consulte el manual correspondiente a dicho modulo.

Tabla 5. Advertencia general Fuente : Propia


 <b>ADVERTENCIA</b>	<b>1.</b> El robot y su caja de controlador generan calor durante su funcionamiento. No manipule ni toque el robot mientras esté en funcionamiento o inmediatamente después de su funcionamiento dado que el contacto prolongado puede causar malestar. Para refrigerar el robot, apáguelo y espere una hora.
	<b>2.</b> No introduzca nunca los dedos tras la cubierta interna de la caja del controlador.

Tabla 6. Advertencia general 2 Fuente : Propia


 PRECAUCIÓN	1. Cuando el robot se combina o trabaja con máquinas capaces de dañar el robot, se recomienda encarecidamente probar todas las funciones y el programa del robot por separado. También se recomienda probar el programa del robot utilizando puntos de paso temporales fuera del espacio de trabajo de otras máquinas.
	2. No exponga el robot a campos magnéticos permanentes. Los campos magnéticos muy fuertes pueden dañar el robot.

Tabla 7. Precaución general

Fuente : Propia

### 7.3. Transporte del robot

El transporte del ingrávito debe realizarse en la estructura en la que ha sido embalado. Se debe realizar el transporte con la carga lo más sujeta posible, para que no reciba impactos. El material de embalaje debe almacenarse en un lugar seco y limpio, ya que existe la posibilidad de que se tenga que trasladar el robot en un futuro.

El transporte se realizara modularmente, para mayor facilidad de montaje. Para comenzar dicho montaje, primeramente se deben colocar los pernos de anclaje, amarrados al suelo, en el lugar donde se situara el robot. Una vez sujeto el pilar a los pernos, se procederá a su montaje.


 ADVERTENCIA	1. Asegúrese de no sobrecargar su espalda u otras partes de su cuerpo cuando eleve el equipo desde el suelo. Utilice un equipo de elevación adecuado, o si la carga es de poco peso, elévela flexionando las rodillas y no doblando la espalda. Deben seguirse todas las directrices de elevación. Los responsables de que el equipo sufra algún daño, serán los transportistas.
	2. Asegúrese de realizar el montaje del robot continuando el manual de instrucciones facilitado por el fabricante.

Tabla 8. Advertencia en el transporte del robot

Fuente : propia

#### 7.4. Instalación del robot

El proceso de instalación no va a diferir demasiado frente a los otros modelos de la marca, por lo que se realizara un cronograma genérico con las diferentes tareas que deben llevarse a cabo antes, durante y después de la instalación.

Las tareas principales que deben realizarse serán las siguientes:

- Ingreso de componentes en planta
- Mantenimiento y reparaciones
- Preparación de suelos
- Área de trabajo del robot
- Comprobaciones de todos los equipos
- Montaje
- Pluma
- Caja de control
- Carga máxima
- Advertencia y precauciones eléctricas

Finalmente, una vez que todas las tareas estén cumplidas, se podrá firmar la recepción definitiva de los equipos, y la empresa quedará finalmente a cargo de los mismos. De todas formas, el proveedor deberá hacerse cargo del mantenimiento durante los tres primeros meses, empleando ese periodo también para capacitar a los operadores de los robots y a los mecánicos que queden a cargo de su mantenimiento preventivo y correctivo.

##### 7.4.1. Ingreso de componentes en planta

El robot debe introducirse en la planta de trabajo tal y como lo empaqueta el fabricante, en módulos y en orden, para realizar un montaje correcto y ordenado.

Antes de trasladar el robot, desde el muelle de carga donde ha sido descargado de camión, debe procederse a limpiar el camino y apartar todo obstáculo que pueda dañar la carga. Además, se debe avisar al personal de la

fábrica que durante un intervalo de tiempo se va a proceder al transporte y montaje del robot, para que así, no obstaculicen el camino.

#### 7.4.2. Mantenimiento y reparaciones

Únicamente es el fabricante el que está autorizado para realizar el correcto mantenimiento del ingrávito, ya que tiene personal cualificado y especializado sobre los productos que se fabrican en la empresa.

Las etapas en la intervención de mantenimiento serán las siguientes :

- **Fase 1:** Dentro de esta fase se encuentran tres puntos a seguir :

##### Detección:

Consiste en detectar el incorrecto funcionamiento, avería o defecto que se pueda producir. Además, en caso de realizar un mantenimiento preventivo, se debe hacer uso de un indicador, donde se indique la necesidad de realizar el mantenimiento.

##### Demanda de intervención :

Debe realizarse una señalización, mostrando que se la maquina esta inhabilitada debido a que requiere realizarse un mantenimiento y además formular una demanda para tramitarla solicitando el mantenimiento de dicha máquina.

##### Preparación de la intervención :

1. Señalización de que se están realizando labores de mantenimiento.
2. Localización de la avería o del defecto.
3. Identificar cual puede ser la causa del fallo.
4. Evaluar el nivel de urgencia de la avería.
5. Reclamar una autorización para la intervención.
6. Tener los medios necesarios para hacer frente a la intervención.

- **Fase 2:** La intervención sobre el equipo. Se realizan las operaciones de mantenimiento necesarias, como pueden ser reparaciones, revisiones, inspecciones, etc.
- **Fase 3:** Se realiza el restablecimiento del servicio: finalizando la consignación y realizando las pruebas y los reglajes necesarios, verificando el buen funcionamiento de la maquinaria.

Al terminar las verificaciones, debe realizarse un registro de la avería en el libro histórico del equipo, y se debe realizar un análisis para establecer futuros planes de mantenimiento.

A la hora de trabajar con el ingrávito, deben cumplirse los siguientes requisitos que se exponen a continuación :


 PELIGRO	1. No cambie nada en la configuración del sistema del software. La configuración de seguridad se describe en el manual. Si se cambia algún parámetro de seguridad, todo el sistema robótico se considerará nuevo, lo que implica una nueva evaluación de riesgos de todo el proceso.
	2. Sustituya los componentes defectuosos utilizando componentes nuevos con los mismos números de artículo o componentes equivalentes aprobados por el fabricante.
	3. Vuelva a activar las medidas de seguridad desactivadas inmediatamente después de completar el trabajo.
	4. Documente todas las reparaciones y guarde esta documentación en el archivo técnico asociado con todo el sistema robótico.

Tabla 9. Peligros durante el mantenimiento y reparaciones Fuente : Propia



#### 7.4.3. Anclaje suelos

Para la realización del anclaje al suelo, es necesario tener en cuenta el proceso de construcción y del asentamiento de los pilares. En estructuras de grandes dimensiones y pesadas, es común emplear un herraje que se introduzca en la superficie ya que esto aporta mayor fijación. Por lo tanto, en esta estructura, se emplearán herrajes lleguen más allá de la superficie. El sistema de anclaje consiste en unos apoyos fijos que son introducidos dentro de los pilares, donde serán atornillados con el pilar, después de anclar el apoyo al suelo mediante unos pernos de anclaje específicos.



Ilustración 17. Pernos de fijación Fuente : <https://www.downlight.cl/>

Por otro lado, en cuanto a la cimentación, es un factor imprescindible, ya que es el elemento en el cual se va a apoyar la estructura diseñada, por lo que se debe realizar un estudio previo de la cimentación de la zona, para determinar las características del terreno, vibraciones, , verificando así qué condiciones subterráneas existen (conductos de agua, garajes, pasillos subterráneos, cables eléctricos etc.)

#### 7.4.4. Área de trabajo del robot

El espacio de trabajo del manipulador de carga partner requiere un espacio de trabajo de un radio de 2m aproximadamente, ya que la pluma tiene una longitud de 1,5m y el brazo en torno a 1 metro, por lo que el rango de trabajo del manipulador serán entorno a los 3m.

Al escoger el lugar de instalación, debe tenerse en cuenta el espacio que requiere el robot tanto en la planta como en la altura, teniendo en cuenta la capacidad de elevación de la pluma. Además es importante determinar qué es lo que hay debajo del lugar de instalación del robot, es decir, si pasan cables de alimentación de máquinas, tubos de agua, o de fluidos hidráulicos, o si debajo se encuentra una planta baja.

Debe evitarse que circulen carretillas cerca del ingrávito, ya que pueden provocar alguna colisión con el pilar del robot, debido a la falta de experiencia o despiste del carretillero, que pueden dañar la estructura del robot.

#### 7.4.5. Comprobaciones de todos los equipos

Durante el proceso de instalación, deben realizarse varias etapas de comprobación de los componentes que constituyen el robot:

- Etapa 1 : Se realiza antes de comenzar el montaje. Se comprueba que todas las piezas no tienen ningún daño estructural, es decir, que no tengan grietas, golpes o dobladuras que puedan comprometer su funcionamiento.
- Etapa 2: Una vez realizada la instalación de toda la estructura, se realizara una comprobación para asegurar que todas las piezas están correctamente montadas, y no queda ninguna por acoplar, por pequeña que sea.
- Etapa 3: Una vez realizada la comprobación visual, se procede a poner a prueba al manipulador de carga, para asegurarse de que cumple con la funcionalidad determinada por el fabricante a la perfección.

7.4.6. Montaje

En este apartado se explica cómo debe realizarse el montaje del robot.

- a) **Pilar** : El pilar se monta sobre unos pernos de 18mm que van anclados al suelo. Deben ser pernos específicos para la sujeción de estructuras metálicas.





 Peligro	<ul style="list-style-type: none"><li>• Asegúrese de que los pernos de anclaje estén correcta y seguramente colocados.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se deben instalar tapones de goma en los cabezales de los pernos para evitar tropezones o daños en caso de caída, con la cabeza de los pernos.</li></ul>
 Precaución	<ul style="list-style-type: none"><li>• El pilar no debe montarse en ambientes húmedos.</li></ul>

Tabla 10. Peligros y precauciones en el montaje del pilar Fuente : Propia

- b) **Pluma** : La pluma se monta sobre un soporte que lo conecta con el pilar, de forma que se asegura su estabilidad y anclaje. Dispone de un disco de frenada, el cual frenara el giro que realiza la pluma suavemente. Además, dispone de rodamientos para facilitar los giros a realizar y de un pistón el cual elevara y bajara la pluma cuando el operario lo requiera.

 Peligro	<ul style="list-style-type: none"><li>• Asegúrese de que el pilar y la pluma estén debidamente asegurados mediante el soporte intermedio.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• No debe someterse la pluma a sobrecargas de peso.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• La pluma no debe montarse en ambientes húmedos, ya que pueden</li></ul>

Precaución	dañar la funcionalidad de los rodamientos y componentes.
------------	--

Tabla 11. Peligros y precauciones en el montaje de la pluma Fuente : Propia

- c) Brazo :** El brazo se monta sobre un soporte que lo conecta con la pluma, de forma que se asegura el control total de la pluma y del robot. Para los giros se disponen unos rodamientos los cuales ayudan a realizar los giros con suavidad.




 Peligro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegúrese de que el brazo y la pluma estén debidamente asegurados mediante el soporte intermedio.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>No debe someterse el brazo a sobrecargas de peso.</li> </ul>
 Precaución	<ul style="list-style-type: none"> <li>El brazo no debe montarse en ambientes húmedos, ya que pueden dañar la funcionalidad de los rodamientos y componentes.</li> </ul>

Tabla 12. Peligros y precauciones en el montaje del brazo Fuente : Propia

- d) Carga máxima :** La carga máxima permitida del brazo robótico depende de la posición del centro de gravedad establecido. El robot es capaz de levantar 300kg con la pluma y el brazo completamente estirados paralelamente, con el alcance de 3m.

- e) Advertencias y precauciones eléctricas :** Durante el diseño y la instalación del ingrávito, debe tenerse en cuenta las advertencias establecidas por el fabricante que se mencionan a continuación:

 PELIGRO	<ol style="list-style-type: none"> <li>Asegúrese de que el equipo no permanezca expuesto al agua y este seco. En caso de que entre agua, se procede a la parada del dispositivo y se informará al fabricante</li> </ol>
--	---

	para continuar las instrucciones que indique.
	<b>2.</b> Únicamente se pueden emplear los cables originales que vienen con el robot. En ningún caso deben emplearse otro tipo de cableado ni realizar conexiones no correctas como empalmes.
	<b>3.</b> Las conexiones negativas se llaman MASA van conectadas a la protección del ingrávido. Todas las conexiones de masa mencionadas son solo para alimentar el robot y transmitir señales (acústicas y visuales). El conductor de masa tendrá al menos la corriente nominal de la corriente más alta del sistema.
	<b>4.</b> Realice con cuidado y determinación la conexión de los cables E/S del robot.

Tabla 13. Advertencias eléctricas Fuente : Propia


<p>PRECAUCIÓN</p> 	<b>1.</b> El robot ha sido analizado y probado según las normas IEC internacionales relativas a CEM (compatibilidad electromagnética). Señales perturbadoras con niveles mayores a los definidos en la norma.
	<b>2.</b> Los cables E/S no pueden superar los 30m de longitud, a menos que se realicen pruebas exhaustivas donde se demuestre que una prolongación del cable no afecta a la funcionalidad del manipulador de carga.

Tabla 14. Precauciones eléctricas Fuente : Propia

## 8. Emisión de ruidos

Cuando se requieren adoptar medidas de reducción del ruido, es conveniente empezar por la fuente generadora, es decir, por la máquina.

La ejecución de medidas de reducción del ruido solo puede llevarse a cabo con éxito si el fabricante está obligado a indicar el ruido de sus productos. Por esta razón, la información sobre el ruido está determinada a promover el desarrollo de productos más silenciosos. Por ello, el contenido de la normativa reglamentaria sobre el ruido en máquinas comprende los siguientes aspectos :

- Reducción del ruido de la máquina, especialmente en su origen.
- Información sobre el ruido emitido por la máquina.

Han de ser las normativas técnicas, normas armonizadas europeas EN, las que faciliten el cumplimiento de dichos requisitos.

### 8.1. Reducción del ruido

El fabricante debe utilizar todos los medios disponibles para reducir el ruido al más bajo nivel posible, integrando ese valor en el diseño. Para aplicar dicho requisito, habrá que aplicar a la máquina los conocimientos técnicos y la experiencia acústica. Como planteamiento general, en la realización de diseño de una máquina de bajo ruido se han de establecer los siguientes pasos:

- Definir los requisitos iniciales u objetivos a conseguir en cuanto a la emisión de ruido : Estos objetivos están condicionados por la normativa legal, los argumentos de venta y las exigencias del cliente, además de la propia experiencia.
- Aplicar las medidas técnicas para reducir el ruido en la máquina : Se hace necesario, en primer lugar, realizar un análisis de las fuentes de generación, los caminos de transmisión y las superficies radiantes del ruido. Después, basándose en lo anterior, se han de aplicar las correspondientes medidas de control en las tecnologías y superficies radiantes.

- Construir un prototipo : Permitiendo así cuantificar las correspondientes fuentes de ruido, caminos de transmisión y superficies radiantes. Esta cuantificación se realiza a partir de medidas del ruido antes y después de las modificaciones. Los resultados obtenidos deben compararse con los objetivos iniciales.

No obstante, si la reducción del ruido de emisión de la máquina, no es tan efectiva como se desea, se pueden tomar dos medidas adicionales una vez este instalada la máquina:

- Medidas técnicas de reducción del ruido en el entorno de la máquina : cerramientos acústicos, pantallas acústicas, silenciadores en conductos, etc.
- Medidas técnicas de reducción del ruido en el puesto de trabajo : diseño de lugares de trabajo de bajo ruido, pantallas, protecciones auditivas individuales.

## 8.2. Información sobre el ruido emitido por la máquina

El procedimiento de medición del ruido se basa en la “Directiva 2006/42/CE del parlamento europeo y del consejo de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE”, correspondiente a la “Reglamentación Comunitaria sobre Máquinas”.

El fabricante debe informar, en el manual de instrucciones de la máquina, sobre el ruido aéreo transmitido por la misma.

Esta información se denomina declaración del ruido, e indica los niveles de presión acústica en el puesto de trabajo, y según los casos, el nivel de potencia de la máquina.

Aparte de la obligatoriedad de la declaración del ruido para poder comercializar la máquina, existen una serie de razones que justifican su necesidad:

- Los fabricantes son responsables frente al ruido de sus productos.

- Los usuarios y proyectistas podrán con estos valores acústicos prever el impacto sonoro de una máquina en el taller de manera que puedan diseñar talleres más silenciosos.

Cuando no se apliquen las normas armonizadas, los datos acústicos se medirán utilizando el código de medición que mejor se adapte a la máquina. Cuando se indiquen los valores de emisión de ruido, se especificará la incertidumbre asociada a dichos valores. Deberán describirse las condiciones de funcionamiento de la máquina durante la medición, así como los métodos utilizados para esta.

Cuando el o los puestos de trabajo no estén definidos o no puedan definirse, la medición del nivel de presión acústica ponderado A se efectuará a 1m de la superficie de la máquina y a una altura de 1.60 m por encima del suelo o de la plataforma de acceso. Se indicará la posición y el valor de la presión acústica máxima.

Cuando existan directivas comunitarias específicas que prevean otros requisitos para medir el nivel de presión acústica o nivel de potencia acústica, se aplicarán estas directivas y no se aplicarán los requisitos correspondientes del presente punto.

#### 8.2.1. Magnitudes acústicas consideradas

Las magnitudes acústicas que intervienen en la información sobre el ruido de una máquina son las siguientes :

- Nivel de presión acústica continuo equivalente, ponderado A, en el puesto de trabajo ( $L_{PAeq}$ )
- Nivel de presión acústica instantánea, ponderado C (valor máximo) en el puesto de trabajo. ( $L_{PC}$ )
- Nivel de potencia acústica, ponderado A, de la máquina. ( $L_{WA}$ ).



### 8.2.2. Terminología acústica

$L_{PAeq}$  es el nivel de presión acústica de emisión, ponderado A, de un ruido estable que durante el tiempo de observación tiene la misma energía del ruido de que se trate, que es variable en el tiempo.

$L_{PC}$  es el valor instantáneo máximo ponderado C, del nivel de presión acústica de emisión determinado durante un ciclo de trabajo.

$L_{WA}$  es el nivel de energía sonora, por unidad de tiempo, emitida por la máquina.

### 8.2.3. Nivel de potencia acústica

La potencia es la magnitud característica de la emisión sonora de la máquina, puesto que no depende de las propiedades acústicas del entorno, ni de las dimensiones de la máquina, ni de la distancia de esta al puesto de trabajo, es pues, el nivel de potencia acústica.

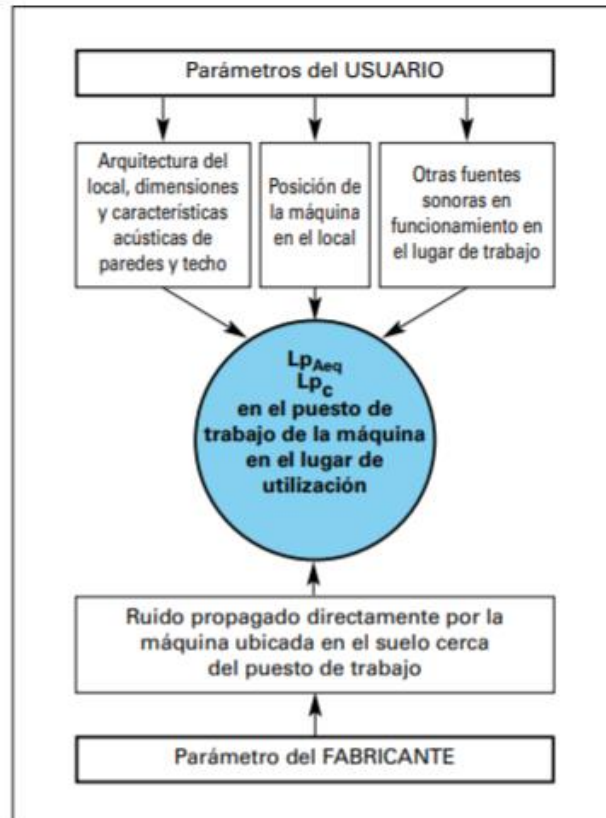


Ilustración 18. Nivel de potencia acústica Fuente : <http://www.caib.es/>

En la imagen pueden observarse los diferentes parámetros que afectan al nivel de presión acústica en el puesto de trabajo de una máquina en su lugar de utilización.

Cuando la máquina sea de muy grandes dimensiones, la indicación del nivel de potencia acústica ponderado A podrá sustituirse por la indicación de los niveles de presión acústica de emisión ponderados A en lugares especificados en torno a la máquina.

#### 8.2.4. Niveles de información

En función de los niveles encontrados de presión acústica, es importante indicar que :

- Cuando el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, en un puesto de trabajo, es superior a 80 dB (A), se debe indicar, a la vez que este  $L_{P_{Aeq}}$ , el valor del nivel de potencia acústica ponderado A,  $L_{WA}$ , emitido por la máquina. Así, con esta otra magnitud acústica se puede identificar a las más ruidosas.
- Cuando la maquina sea de dimensiones muy grandes, la indicación del nivel de potencia acústica podrá sustituirse por la indicación de los niveles de presión acústica continuos equivalentes en lugares específicos en torno a la máquina.

El límite de 130 dB ( C) como valor de la presión acústica instantánea ponderada C en el puesto de trabajo pretende identificar a las máquinas que producen ruido de impulso.

Información sobre el ruido aéreo emitido por la máquina (magnitudes de emisión sonora)

Nivel de presión acústica de emisión	Información que se debe suministrar
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A en el puesto de trabajo: <math>L_{pAeq} = XX \text{ dB (A)}</math></li><li>- Nivel de potencia acústica ponderado A emitido por la máquina: <math>L_{wA} = XX \text{ dB (A)}</math></li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A en el puesto de trabajo: <math>L_{pAeq} = XX \text{ dB (A)}</math></li><li>- El nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A en el puesto de trabajo no supera los 70 dB (A)</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nivel de presión acústica instantánea ponderado C en el puesto de trabajo: <math>L_{pC} = XXX \text{ dB (C)}</math></li><li>- El nivel de presión acústica instantánea ponderado C en el puesto de trabajo no supera los 130 dB (C)</li></ul>

Ilustración 19. Ruido aéreo emitido Fuente : <https://www.insst.es/>

## 9. Declaración de conformidad

La declaración CE de conformidad, junto con el marcado CE, debe constituir una garantía de la conformidad intrínseca de una máquina. Son los signos externos del procedimiento de certificación de la conformidad con los requisitos esenciales.

Cada pieza de la maquina deberá ir acompañado de su declaración CE de conformidad. Está deberá estar redactada en el idioma del país de destino como mínimo. Dicho marcado, debe colocarse de forma visible en el producto, siendo legible e indeleble y conservando las proporciones. El fabricante, mandatario, el distribuidor o persona que introduzca la maquina en dicho país, será el responsable en traducir dicha declaración CE de conformidad.

A continuación, se describen todos los campos que deben incluirse :

1. Nombre y dirección del fabricante.
2. Descripción de la máquina, incluyendo marca, modelo y número de serie.
3. Todas las disposiciones pertinentes a las que se ajuste la máquina.  
Referencia a las directivas de aplicación a la maquina en cuestión.  
Aunque no es obligatorio, también se pueden incluir las referencias a los Reales Decretos que transponen las directivas de aplicación.
4. Nombre y dirección del organismo notificado y número de identificación CE de tipo.
5. Nombre y dirección del organismo notificado al que se haya realizado la comprobación del ETC.

6. Referencia a las normas armonizadas. Al fabricante le interesa que se indiquen estas normas ya que proporcionan a la maquina una presunción de conformidad con los requisitos esenciales de la directiva.
7. Normas y especificaciones técnicas nacionales que se han empleado. Se pueden indicar otras normas que no estén armonizadas, o bien normas nacionales.
8. Identificación del signatario apoderado para vincular al fabricante o a su representante. Es necesario mencionar el nombre del signatario, ya que es una señal de autenticidad. Aunque no es obligatorio, también se suele incluir el lugar y fecha de la firma.

Así pues, con el marcado CE se consigue una garantía en el cumplimiento de todas las disposiciones legales aplicables al producto y de que ha superado los procedimientos pertinentes de evaluación de conformidad.

Con esto, al colocar el marcado CE, el fabricante declara bajo su exclusiva responsabilidad que el producto cumple con todos los requisitos establecidos legislativamente, y que se han llevado a cabo los procedimientos de evaluación de la conformidad que corresponde.

Mediante la aplicación de la declaración de conformidad en el robot manipulador de carga, se asegura que cumple con todos los requisitos de seguridad y de la salud de la directiva de máquinas 2006/42/CE, y muestra que las normas mencionadas en el apartado 6 cumplen dicha conformidad.

## 10. Plazos

Es importante determinar los plazos establecidos para cada integrante, describiendo que se debe cumplir en cada uno de los plazos y durante cuánto tiempo. Los integrantes estarán formados por:

- Representante autorizado.
- Fabricante.
- Persona facultada.
- Organismo notificado

El real decreto 1644/2008, diferencia dos palabras, las cuales es importante diferenciarlas ya que pueden conllevar a una confusión si no se definen correctamente :

- **Representante autorizado** : Se denomina a la persona jurídica o física que haya recibido un mandato por escrito del fabricante para cumplir en su nombre la totalidad o parte de las obligaciones y formalidades relacionadas con la directiva.

Debe estar establecido en la comunidad europea, aunque no es obligatoria su existencia.

- **Fabricante** : Es la persona física o jurídica que diseñe y/o fabrique una máquina o una cuasi máquina cubierta por la Directiva y que sea responsable de la conformidad de dicha máquina o cuasi máquina con esta Directiva, con vistas a su comercialización, bajo su propio nombre o su propia marca, o para su propio uso.

El fabricante puede estar establecido en la Comunidad o fuera de ella.

También es fabricante:

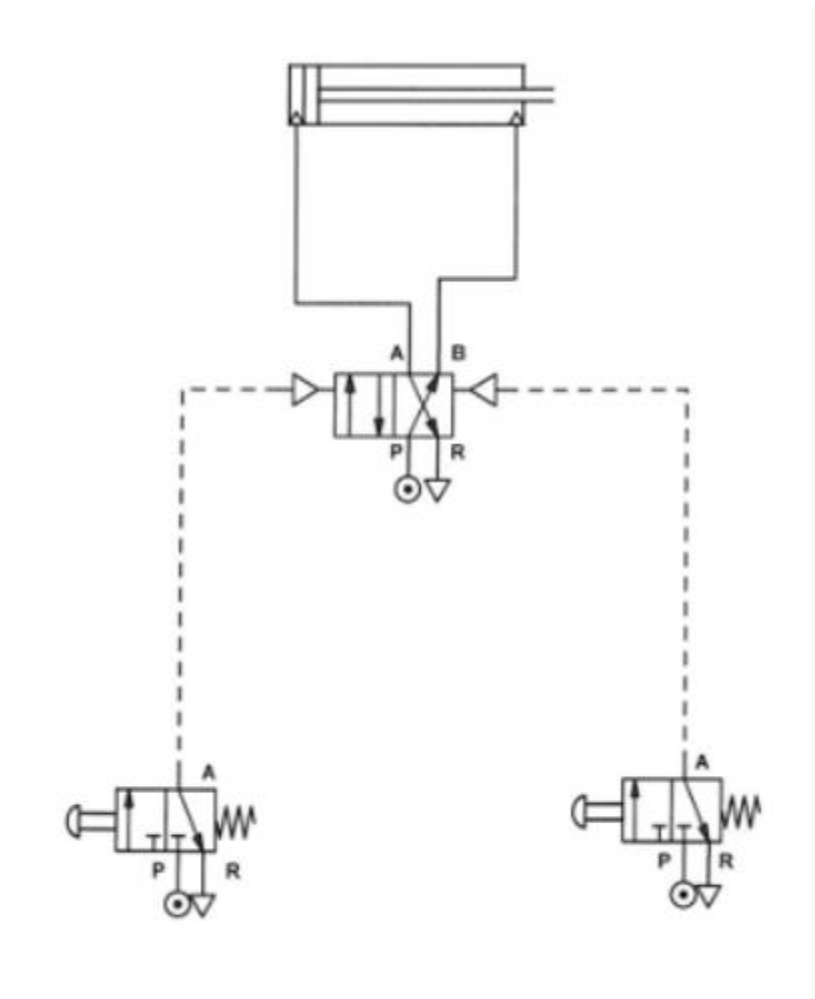
- Quien cambia el uso previsto de una máquina, recayendo en él la responsabilidad de las consecuencias que se deriven de las modificaciones efectuadas.
- Quien ensambla máquinas, partes de máquinas o cuasi máquinas de orígenes diferentes para crear un conjunto u otra máquina.

En ausencia de un fabricante o representante en el sentido indicado, se considerará fabricante cualquier persona física o jurídica que comercialice o ponga en servicio una máquina o una cuasi máquina cubierta por la presente Directiva.

Es importante también, el siguiente termino:

- **Organismo notificado** : Son los organismos imparciales con la competencia y la responsabilidad necesarias para efectuar la certificación de la conformidad de acuerdo con normas establecidas. En España, los organismos notificados deben estar acreditados por ENAC, la Entidad Nacional de Acreditación.

## 11. Esquema neumático



Con un cilindro de doble efecto se consigue mediante el accionamiento del regulador en un sentido, subir el cilindro, realizando la acción de subir la carga, mientras que cuando se deja accionar el cilindro permanecera expandido, solo bajará accionando el regulador en sentido inverso.



## Índice Ilustraciones

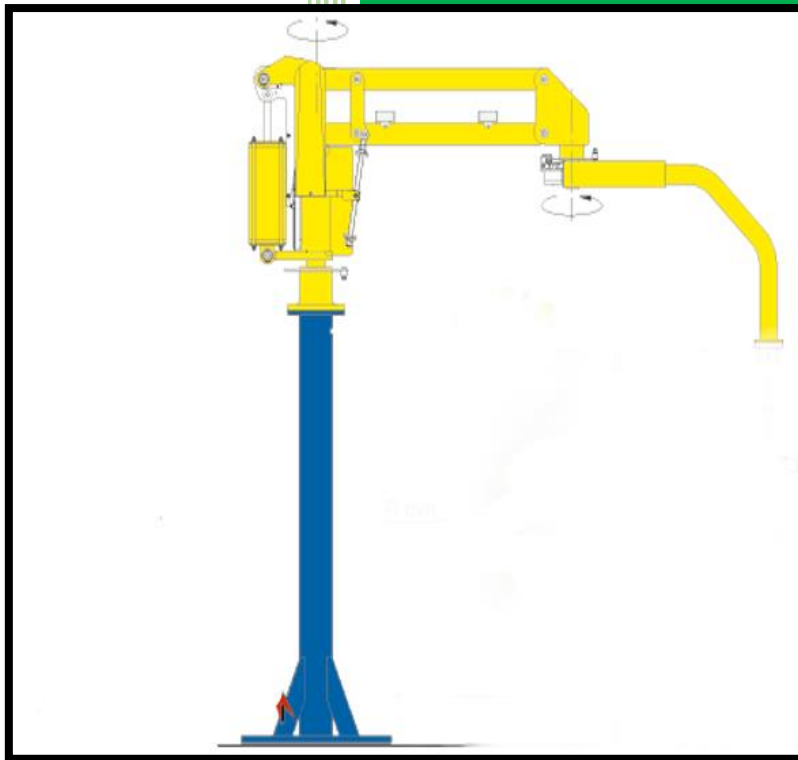
Ilustración 1. Proceso iterativo para reducir el riesgo	Fuente : Propia	11
Ilustración 2. Barrera metálica	Fuente : <a href="https://www.ferax.es/">https://www.ferax.es/</a>	26
Ilustración 3. Pilar	Fuente : <a href="https://www.dalmec.com/">https://www.dalmec.com/</a>	26
Ilustración 4. Pluma	Fuente : <a href="https://www.dalmec.com/">https://www.dalmec.com/</a>	28
Ilustración 5. Cilindro neumático	Fuente : <a href="https://export.rsdelivers.com/">https://export.rsdelivers.com/</a>	29
Ilustración 6. Sistema de mando	Fuente : <a href="https://www.manomano.es/">https://www.manomano.es/</a>	32
Ilustración 7. Marcado CE	Fuente : <a href="https://yosoyoriginal.es/">https://yosoyoriginal.es/</a>	37
Ilustración 8. Características marcado CE	Fuente : <a href="https://www.marcado-ce.com/">https://www.marcado-ce.com/</a>	37
Ilustración 9. Brazo manipulador	Fuente : Propia	43
Ilustración 10. Brazo manipulador factor de seguridad	Fuente : Propia	43
Ilustración 11. Brida	Fuente : Propia	44
Ilustración 12. Factor de seguridad de la brida	Fuente : Propia	44
Ilustración 13. Pluma	Fuente : Propia	45
Ilustración 14. Factor seguridad pluma	Fuente : Propia	45
Ilustración 15. Soporte del sistema	Fuente : Propia	46
Ilustración 16. Factor de seguridad del soporte del sistema	Fuente : Propia	46
Ilustración 17. Pernos de fijación	Fuente : <a href="https://www.downlight.cl/">https://www.downlight.cl/</a>	63
Ilustración 18. Nivel de potencia acústica	Fuente : <a href="http://www.caib.es/">http://www.caib.es/</a>	71
Ilustración 19. Ruido aéreo emitido	Fuente : <a href="https://www.insst.es/">https://www.insst.es/</a>	73

## Índice tablas

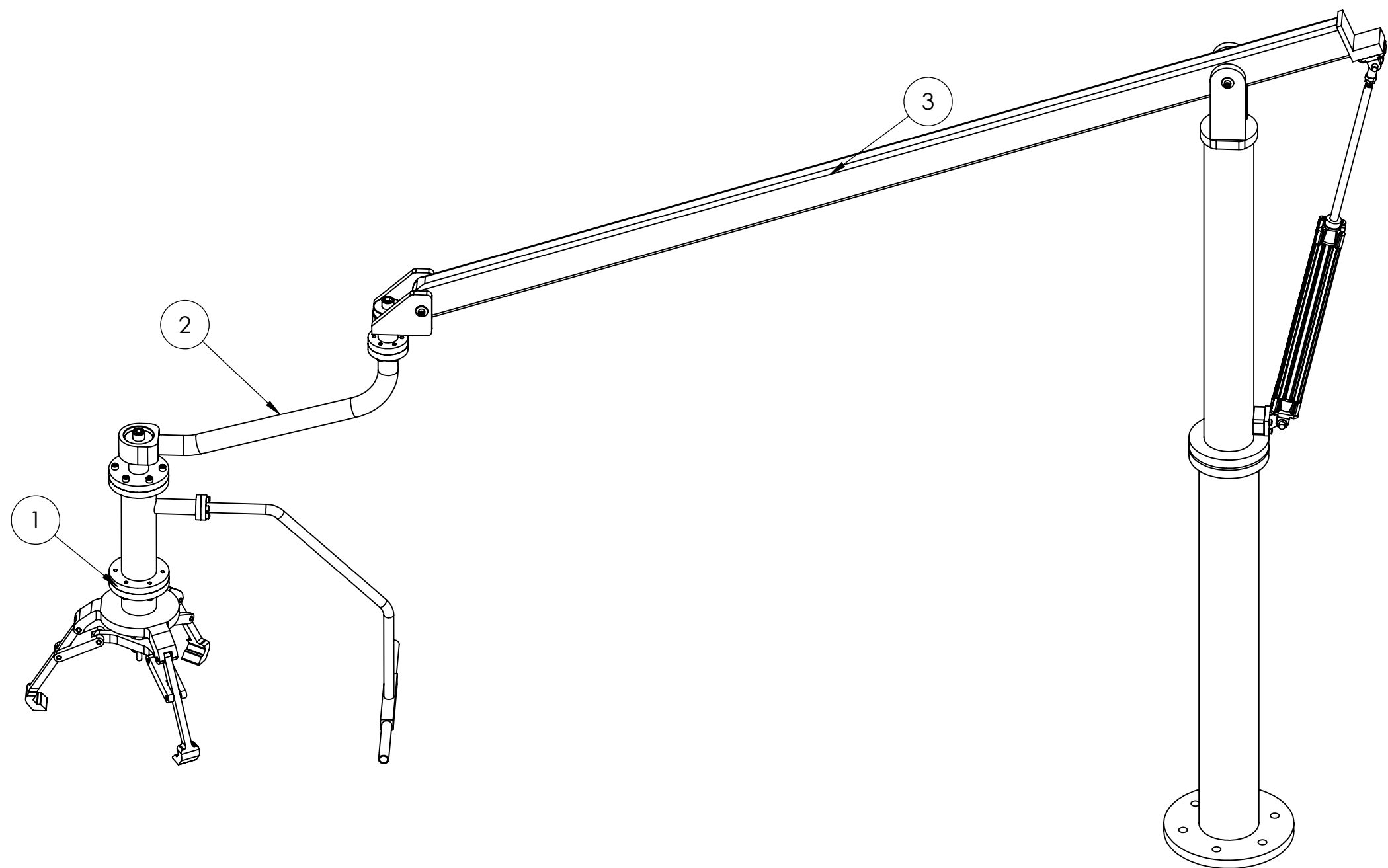
Tabla 1. Características principales	Fuente : Propia	5
Tabla 2. Evaluación de riesgos	Fuente : Propia	14
Tabla 3. Niveles de riesgo	Fuente : <a href="http://prevencionar.com.mx/">http://prevencionar.com.mx/</a>	16
Tabla 4. Peligros y advertencias en el manejo	Fuente : Propia	57
Tabla 5. Advertencia general	Fuente : Propia	58
Tabla 6. Advertencia general 2	Fuente : Propia	58
Tabla 7. Precaución general	Fuente : Propia	59
Tabla 8. Advertencia en el transporte del robot	Fuente : propia	59
Tabla 9. Peligros durante el mantenimiento y reparaciones	Fuente : Propia	62
Tabla 10. Peligros y precauciones en el montaje del pilar	Fuente : Propia	65
Tabla 11. Peligros y precauciones en el montaje de la pluma	Fuente : Propia	66
Tabla 12. Peligros y precauciones en el montaje del brazo	Fuente : Propia	66
Tabla 13. Advertencias eléctricas	Fuente : Propia	67
Tabla 14. Precauciones eléctricas	Fuente : Propia	67

# 2020


## Planos



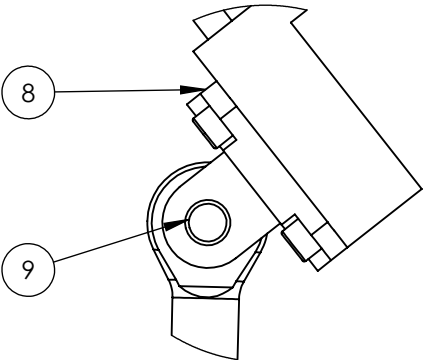




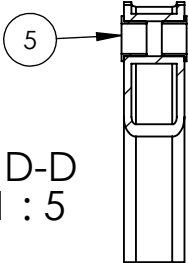
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Garra	1
2	Union_garra_estructura	1
3	Estructura	1

	FECHA DATA	APROBADO ONARTURIK	PROYECTO PROIEKTUA	Manipulador manual de carga	ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK		
DIBUJADO EGILEA	27/07/2020		DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Manipulador manual de carga	TOLERANCIAS PERDOIAK ISO 2768mK		
NOMBRE IZENA	Ander Etxeberria San Martin		MATERIAL MATERIALA	-	ACABADOS SUPERFICIALES N9		
Trabajo fin de grado			TRATAMIENTO TRATAMENDUA	-	GAINAZAL KALITATEA 0.5X45°		
E.T.S.I.I.T			PESO (Kg)	92.85	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU		
up <sup>na</sup>			PISUA		UNIDADES mm		
			PLANO Nº PLANO ZENB.: Manipulador_manual_de_carga			A3	ESCALA ESKALA 1:10

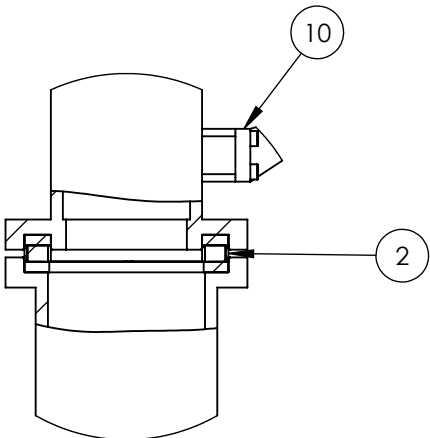
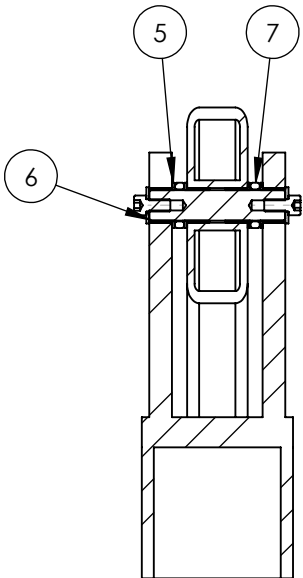
DETALLE C  
ESCALA 1 : 2



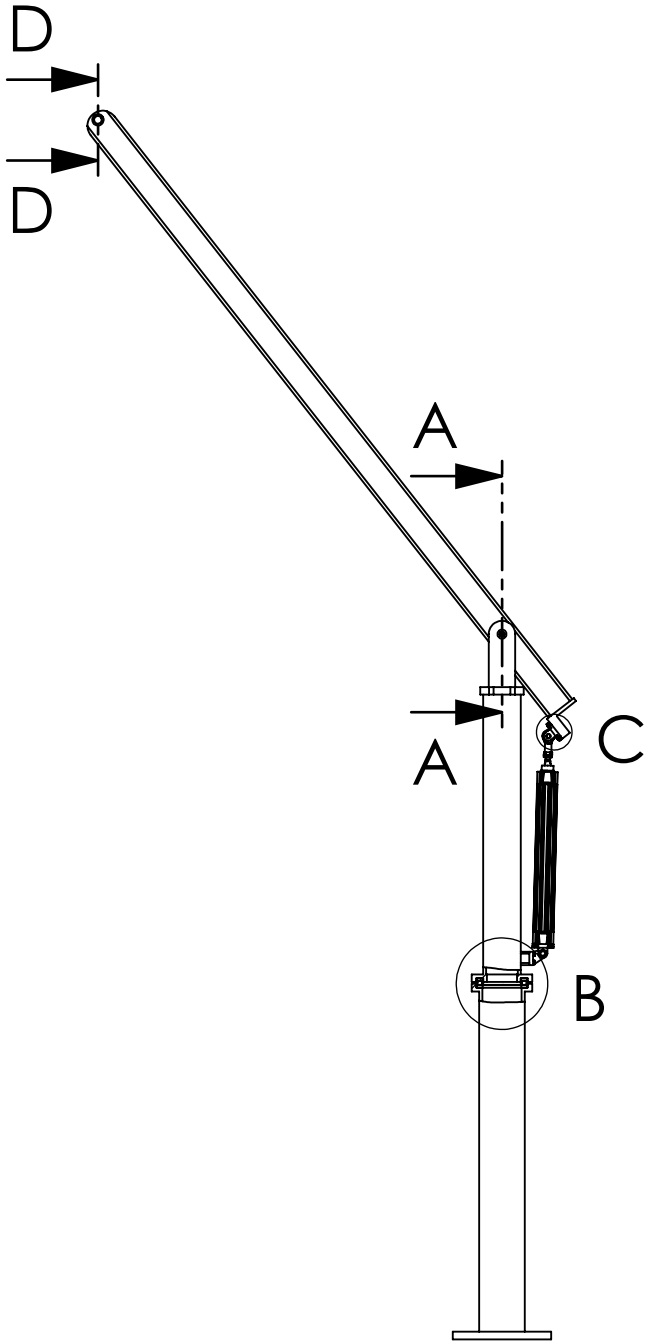
SECCIÓN D-D  
ESCALA 1 : 5



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 5

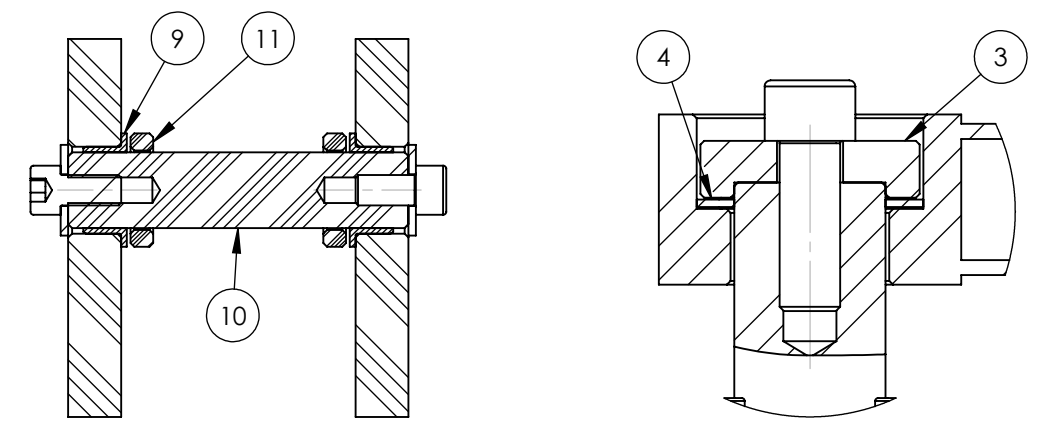
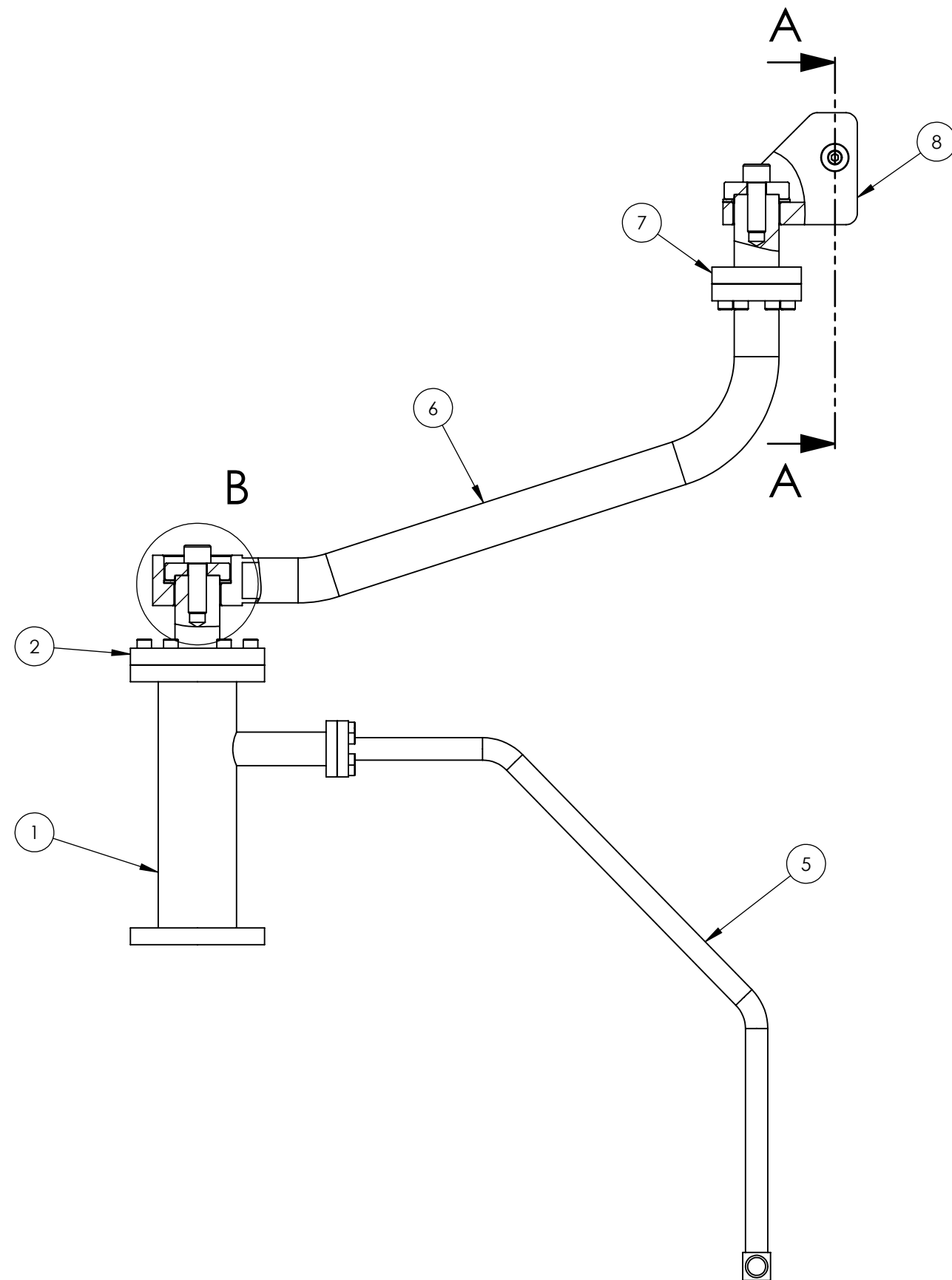


DETALLE B  
ESCALA 1 : 5



N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	Material	CANTIDAD
1	Pilar	1.0037 (S235JR)	1
2	INFAG_81120-TV	Acero inoxidable fundido	1
3	Soporte_pluma	1.0037 (S235JR)	1
4	Pluma	1.0037 (S235JR)	1
5	IGUS_G1FM_2023_16_2	1.4000 (X6Cr13)	6
6	Eje	1.7225 (42CrMo4)	1
7	Separador	1.0401 (C15)	2
8	SMC_D5040_BODY	1.5714 (16NiCr4)	1
9	SMC_D5040_P	1.4000 (X6Cr13)	1
10	SMC_E5040	1.5714 (16NiCr4)	1
11	SMC_CP96SD40-350C(0_1_0)	-	1
12	DIN_9021-8.4	1.4000 (X6Cr13)	2
13	DIN_912_M8x16	1.4031(X39Cr13)	2
14	DIN_912_M6x16	1.4031(X39Cr13)	8


DIBUJADO EGILEA NOMBRE IZENA	FECHA DATA	APROBADO ONARTURIK	PROYECTO PROIEKTUA	Manipulador manual de carga		ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK	
	29/07/2020		DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Estructura		TOLERANCIAS PERDOIAK	ISO 2768mK
		Ander Etxeberria San Martin	MATERIAL MATERIALA	-		ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA	N9
			TRATAMIENTO TRATAMENDUA	-		MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU	0.5X45°
Trabajo fin de grado				PESO (Kg)	69.12	UNIDADES UNITATEAK	mm
E.T.S.I.I.T				PLANO Nº			ESCALA ESKALA 1:20
upna				PLANO ZENB.:	Estructura		

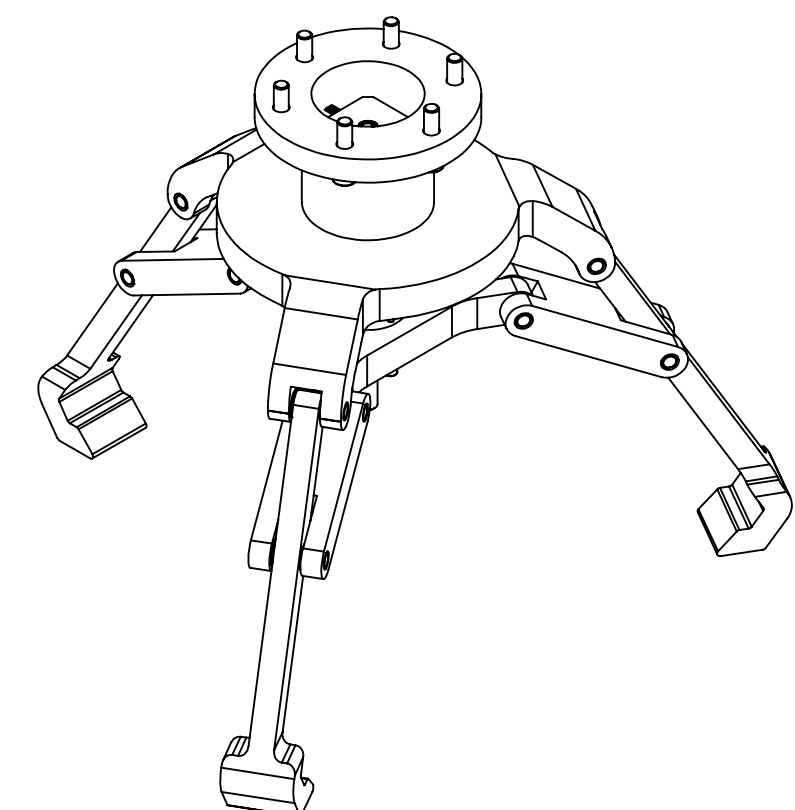
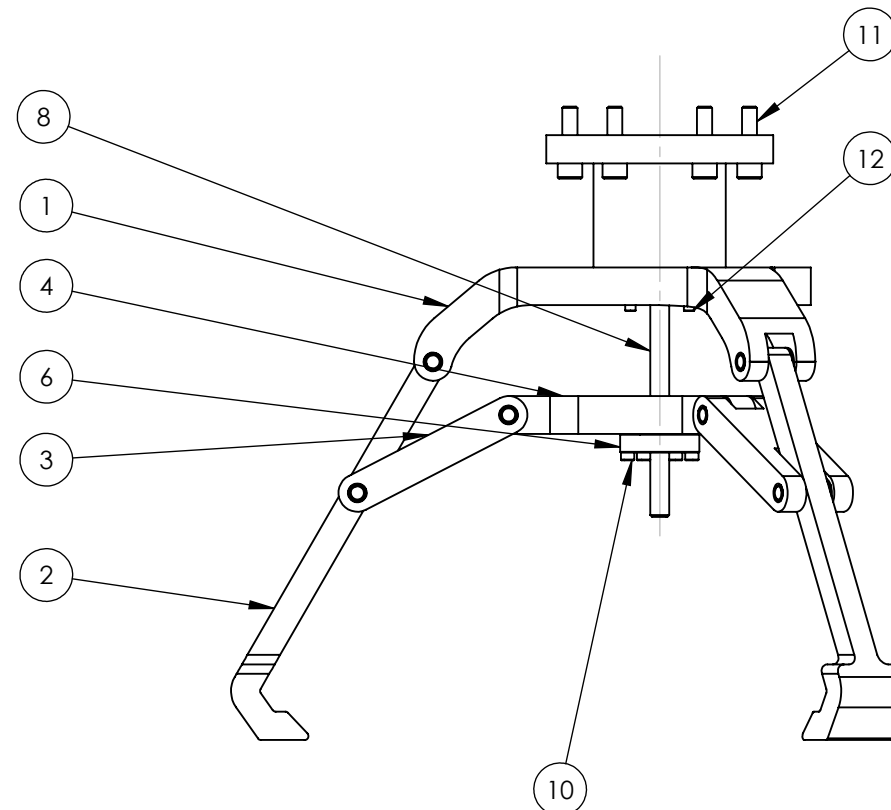


SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 2

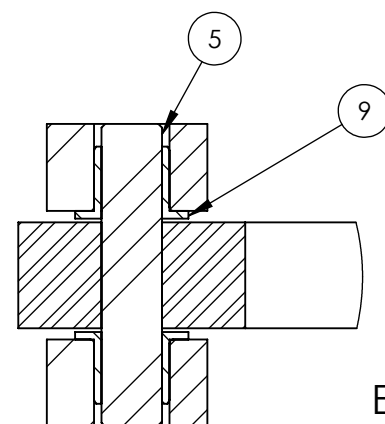
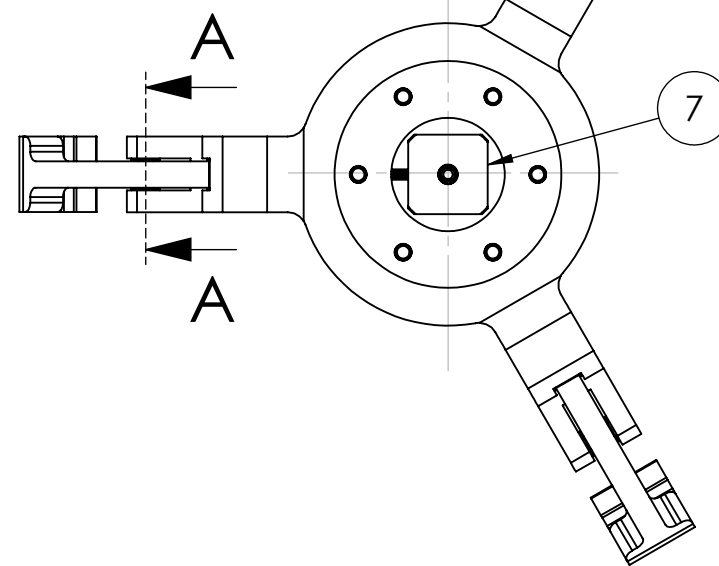
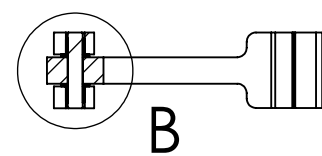
DETALLE B  
ESCALA 1 : 2

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	Material	CANTIDAD
1	Union_garra	1.0401 (C15)	1
2	Brida	1.0401 (C15)	1
3	Union_brida	1.0401 (C15)	2
4	INAFAG_AXK4060	1.5714 (16NiCr4)	2
5	Amarre_manipulador	1.0037 (S235JR)	1
6	Brazo_manipulador	1.0037 (S235JR)	1
7	Brida_estructura	1.0401 (C15)	1
8	Soporte_sistema	1.0401 (C15)	1
9	IGUS_G1FM_2023_11_3	1.4000 (X6Cr13)	2
10	Eje	1.7225 (42CrMo4)	1
11	Separador	1.0401 (C15)	2
12	DIN 912 M8 x 30 --- 30N	1.5714 (16NiCr4)	12
13	DIN_912_M6x20	1.5714 (16NiCr4)	6
14	DIN 912 M16 x 45 --- 45N	1.5714 (16NiCr4)	2
15	DIN_9021-8.4	1.4000 (X6Cr13)	2
16	DIN_912_M8x16	1.5810 (18NiCr5-4)	2

	FECHA DATA	APROBADO ONARTURIK	PROYECTO PROIEKTUA	Manipulador manual de carga	ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK			
DIBUJADO EGILEA	29/07/2020		DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Unión garra estructura	TOLERANCIAS PERDOIAK	ISO 2768mK		
NOMBRE IZENA	Ander Etxeberria San Martin		MATERIAL MATERIALA	-	ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA	N9		
Trabajo fin de grado			TRATAMIENTO TRATAMENDUA	-	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU	0.5X45°		
E.T.S.I.I.T			PESO (Kg) PISUA	16.07	UNIDADES UNITATEAK	mm		
upna			PLANO N° PLANO ZENB.:	Union_garra_estructura		A3	ESCALA ESKALA	1:5



SECCIÓN A-A

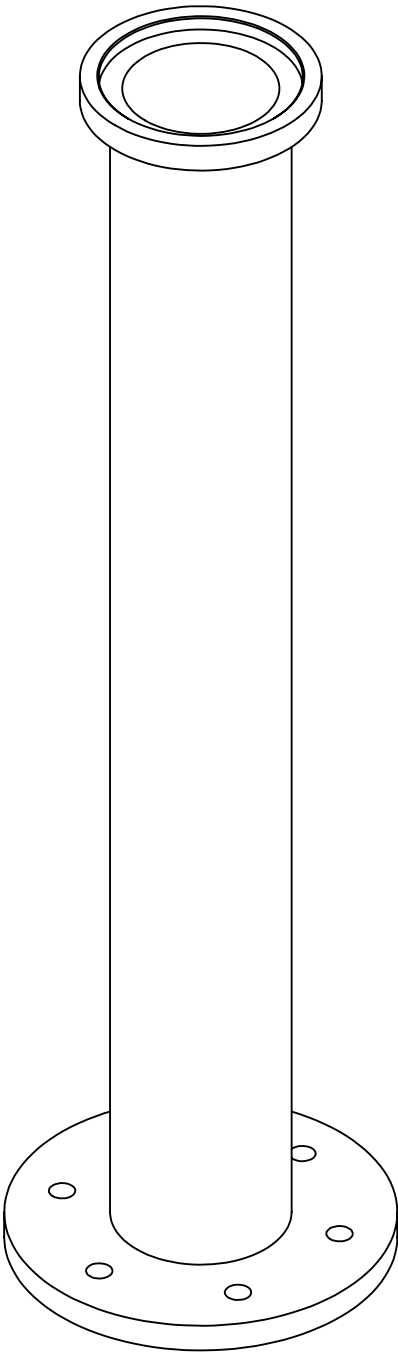
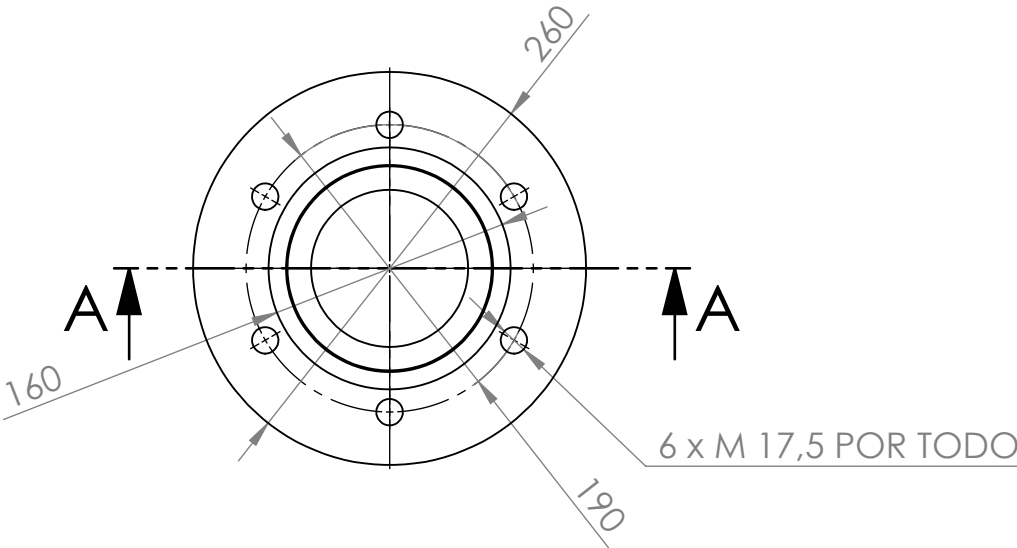
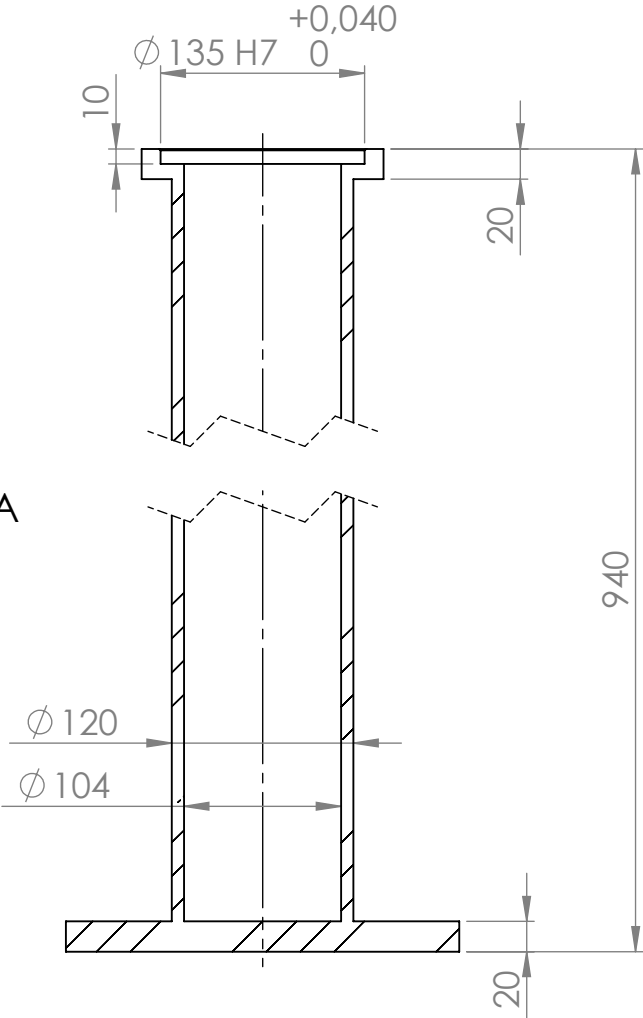



DETALLE B  
ESCALA 1 : 1

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	Material	CANTIDAD
1	Soporte_garra	1.0401 (C15)	1
2	Pinza	1.0401 (C15)	3
3	Biela	1.0401 (C15)	3
4	Placa_husillo	1.0401 (C15)	1
5	Pasador	1.7225 (42CrMo4)	9
6	J350FRM_2525TR10x2_2	1.5714 (16NiCr4)	1
7	IGUS_MOT_ST_42_L_A_A_3	-	1
8	IGUS_PTGSG_MOT_10x2_R_150_ES_1	1.4000 (X6Cr13)	1
9	IGUS_G1FM_0810_09_1	1.4000 (X6Cr13)	18
10	DIN 912 M4 x 30	1.5714 (16NiCr4)	6
11	DIN 912 M8 x 30	1.5714 (16NiCr4)	6
12	DIN 912 M3 x 25	1.5714 (16NiCr4)	4

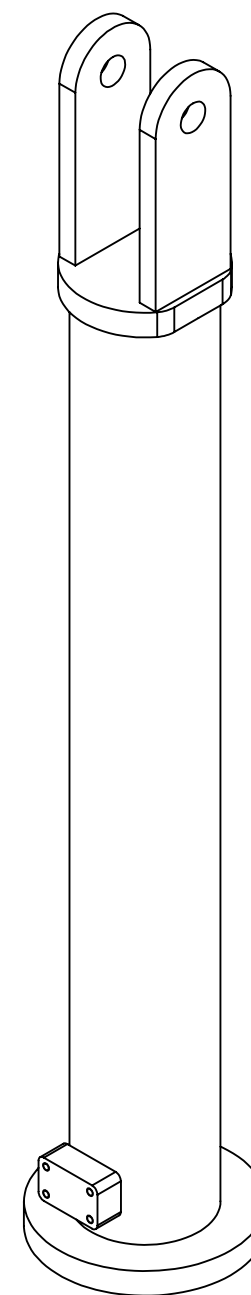
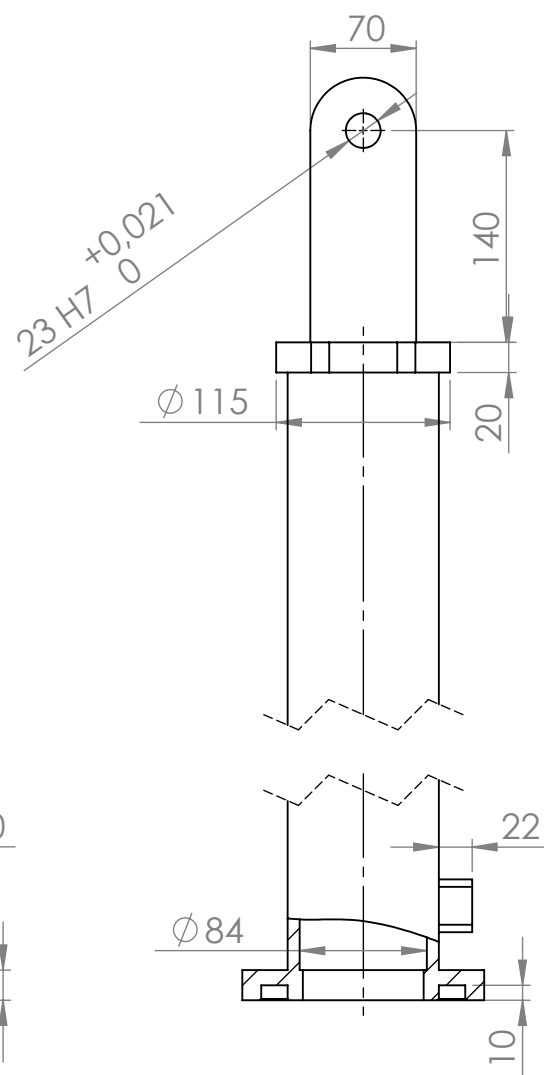
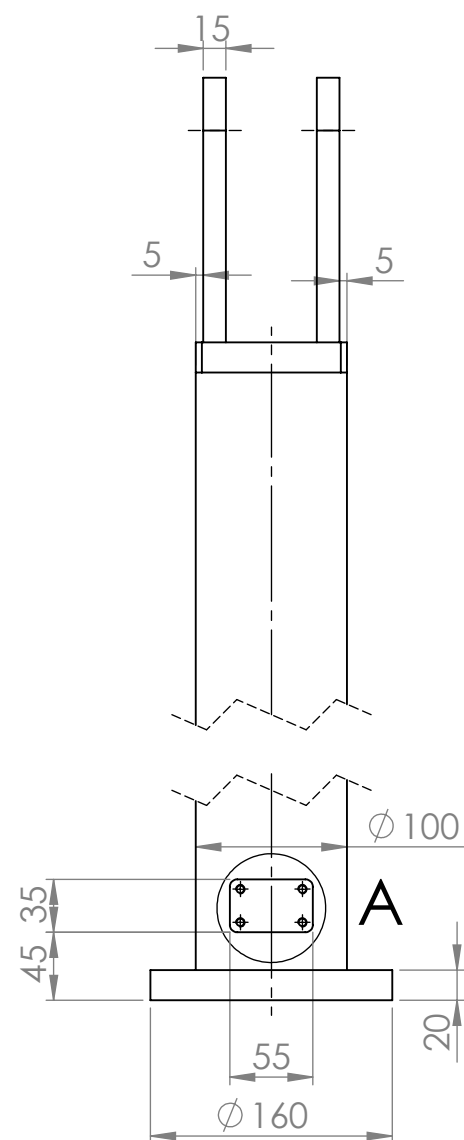
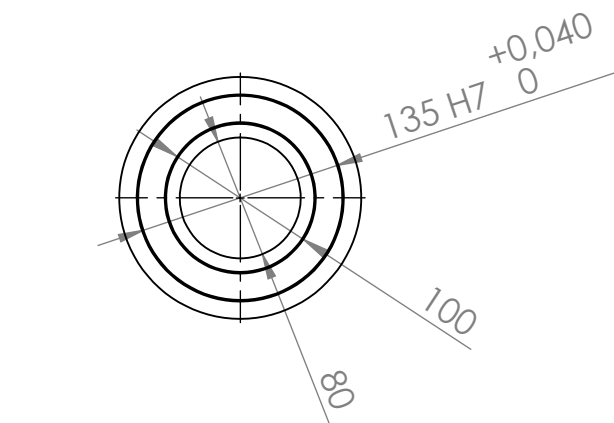
Manipulador manual de carga				ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK	
DIBUJADO EGILEA	FECHA DATA 29/07/2020	APROBADO ONARTURIK	PROYECTO PROIEKTUA DENOMINACIÓN IZENDAPENA	TOLERANCIAS PERDOIAK	ISO 2768mK
NOMBRE IZENA	Ander Etxeberria San Martin		MATERIAL MATERIALA	ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA	N9
Trabajo fin de grado			TRATAMIENTO TRATAMENDUA	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU	0.5X45°
E.T.S.I.I.T			PESO (Kg)	UNIDADES UNITATEAK	mm
upna			PLANO N° PLANO ZENB.:		
Garra					A3
Garra					ESCALA ESKALA 1:4


SECCIÓN A-A

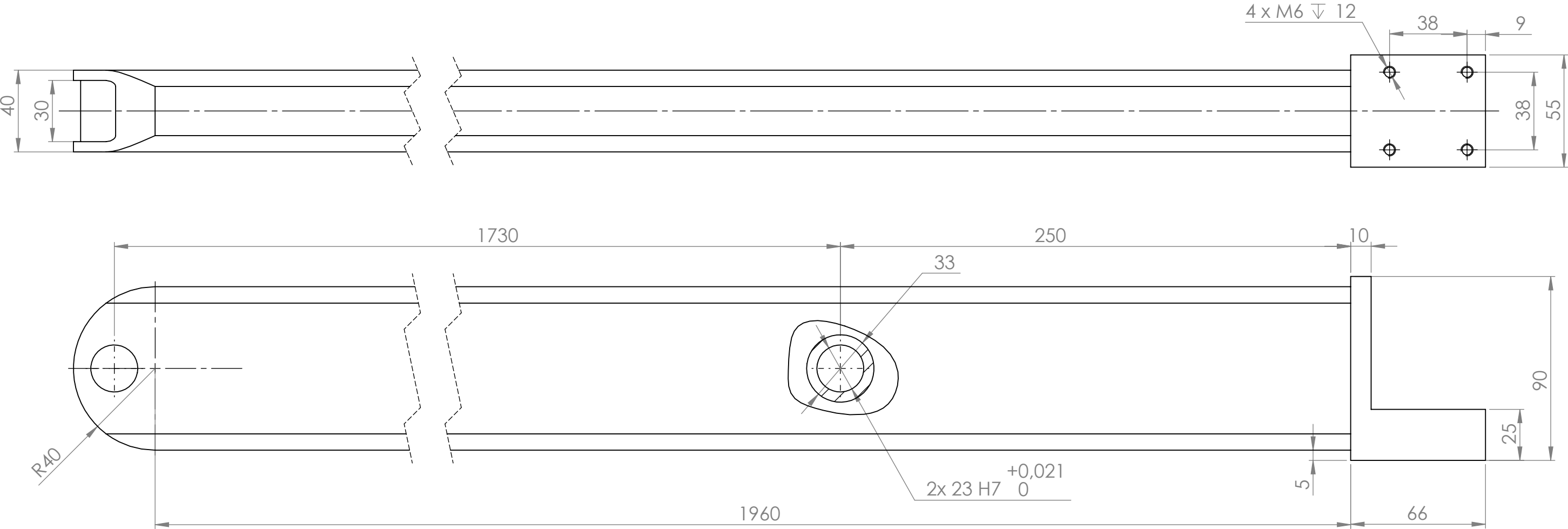


			Manipulador manual de carga		ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK	
DIBUJADO EGILEA NOMBRE IZENA	FECHA DATA 27/07/2020	APROBADO ONARTURIK Ander Etxeberria San Martin	PROYECTO PROIEKTUA DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Pilar	TOLERANCIAS PERDOIAK ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA	ISO 2768mK N9
Trabajo fin de grado			MATERIAL MATERIALA	1.0037 (S235JR)	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU	0.5X45°
E.T.S.I.I.T			TRATAMIENTO TRATAMENDUA	Pintado	UNIDADES UNITATEAK	mm
up <sup>na</sup>			PESO (Kg) PISUA PLANO N° PLANO ZENB.:	29.17 Pilar		A3 ESCALA ESKALA 1:5



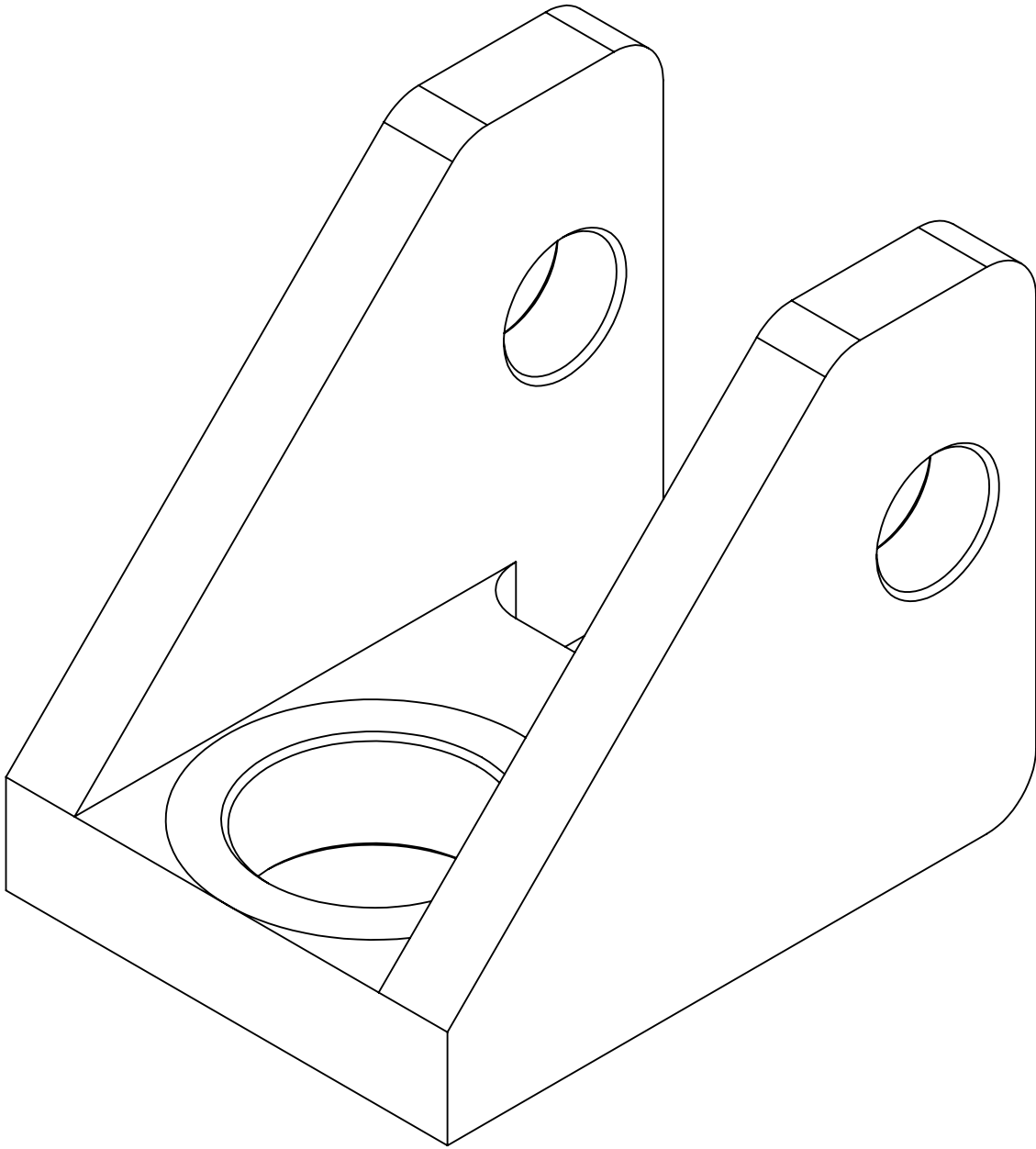
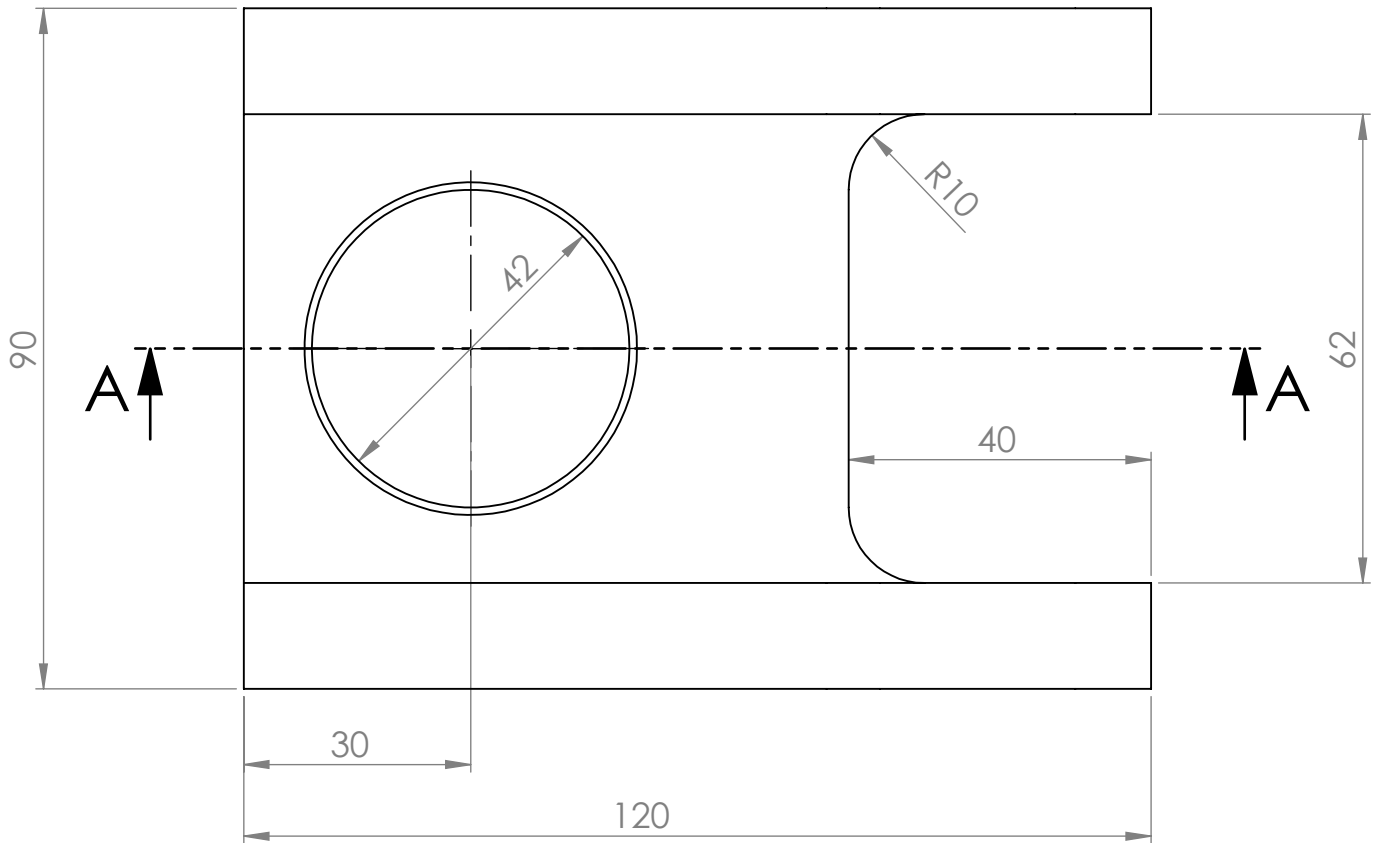
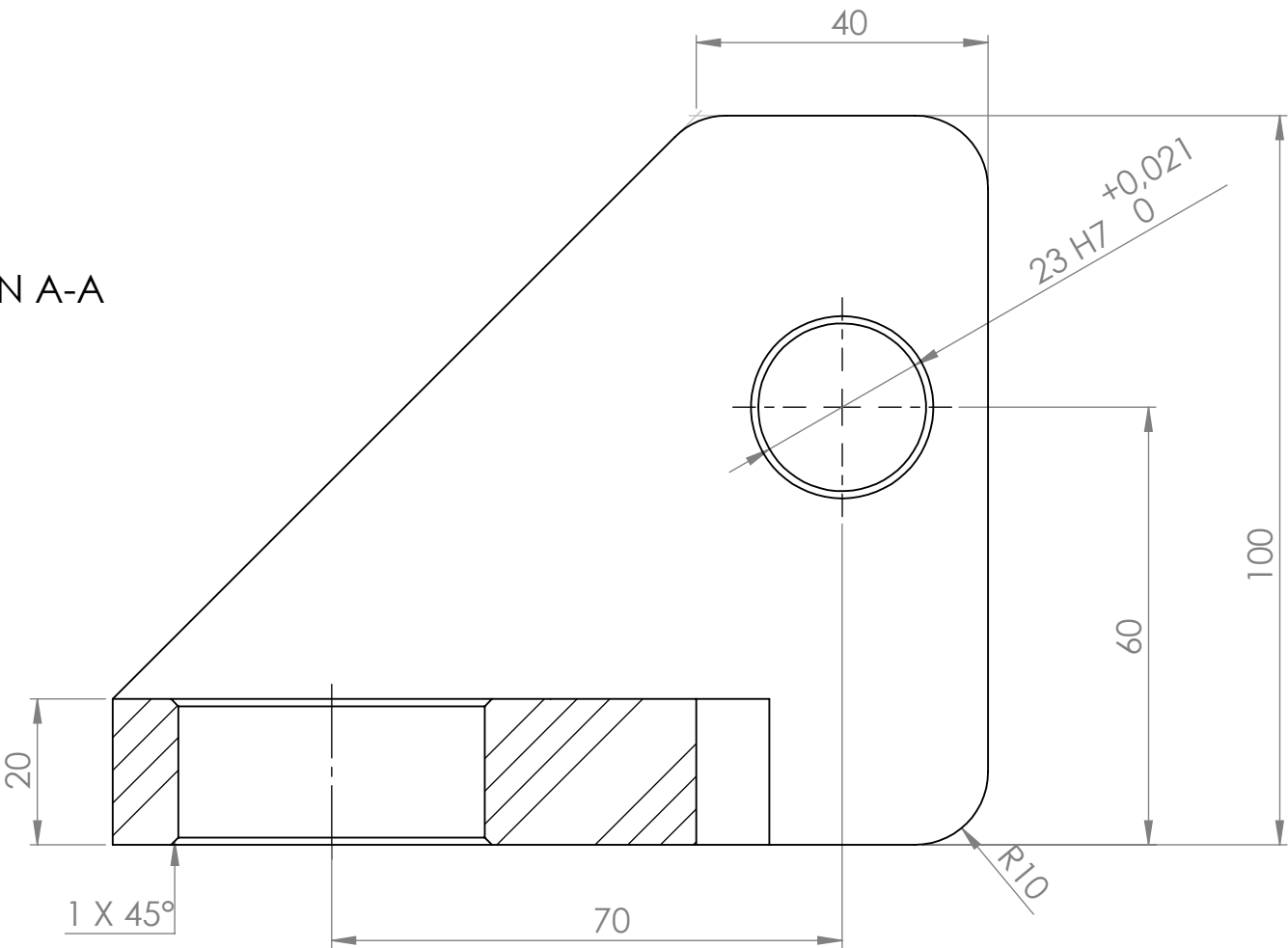



	FECHA DATA	APROBADO ONARTURIK	PROYECTO PROIEKTUA <b>Manipulador manual de carga</b>		ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK		
DIBUJADO EGILEA	27/07/2020		DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Soporte pluma	TOLERANCIAS PERDOIAK		ISO 2768mK
NOMBRE IZENA	Ander Etxeberria San Martin		MATERIAL MATERIALA	1.0037 (S235JR)	ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA		N9
Trabajo fin de grado			TRATAMIENTO TRATAMENDUA	Pintado	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU		0.5X45°
E.T.S.I.I.T			PESO (Kg) PISUA	19.68	UNIDADES UNITATEAK		mm
up <sup>na</sup>			PLANO N° PLANO ZENB.:	Soporte_pluma		A3	ESCALA ESKALA 1:5

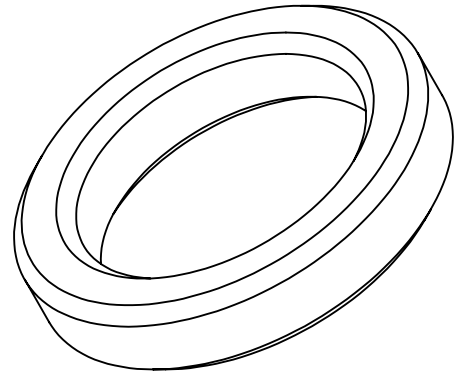


			Manipulador manual de carga		ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK	
DIBUJADO EGILEA NOMBRE IZENA	FECHA DATA 20/08/2020	APROBADO ONARTURIK Ander Etxeberria San Martin	PROYECTO PROIEKTUA DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Pluma	TOLERANCIAS PERDOIAK ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA	ISO 2768mK
Trabajo fin de grado			MATERIAL MATERIALA	1.0037 (S235JR)	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU	0.5X45°
E.T.S.I.I.T			TRATAMIENTO TRATAMENDUA	Pintado	UNIDADES UNITATEAK	mm
up <sup>na</sup>			PESO (Kg) PISUA	17.44		A3
			PLANO N° PLANO ZENB.:	Pluma		
					ESCALA ESKALA	1:2

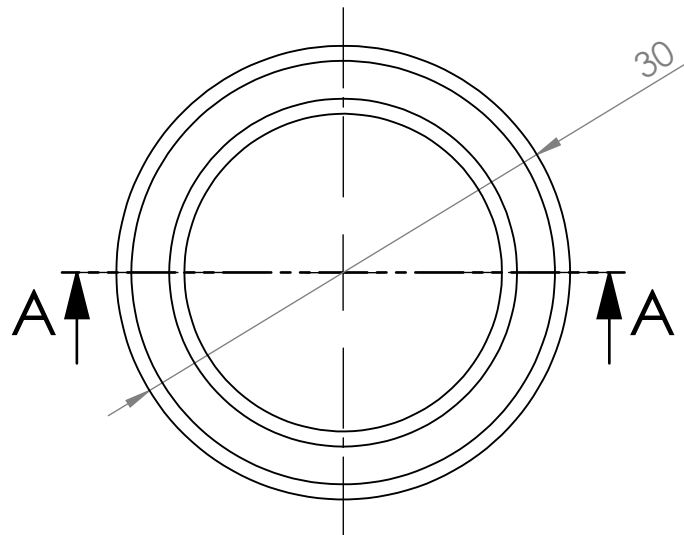
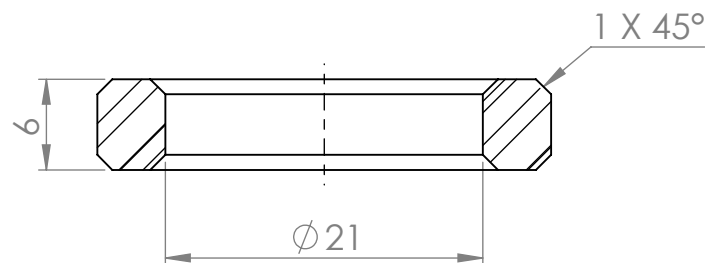
SECCIÓN A-A




	FECHA DATA	APROBADO ONARTURIK	PROYECTO PROIEKTUA	Manipulador manual de carga	ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK			
DIBUJADO EGILEA	29/07/2020		DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Soporte sistema	TOLERANCIAS PERDOIAK		ISO 2768mK	
NOMBRE IZENA	Ander Etxeberria San Martin		MATERIAL MATERIALA	1.0401 (C15)	ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA		N9	
Trabajo fin de grado			TRATAMIENTO TRATAMENDUA	Pavonado	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU		0.5X45°	
E.T.S.I.I.T			PESO (Kg)	2.40	UNIDADES		mm	
up <sup>na</sup>			PLANO N° PLANO ZENB.:	Soporte_sistema		A3	ESCALA ESKALA 1:1	

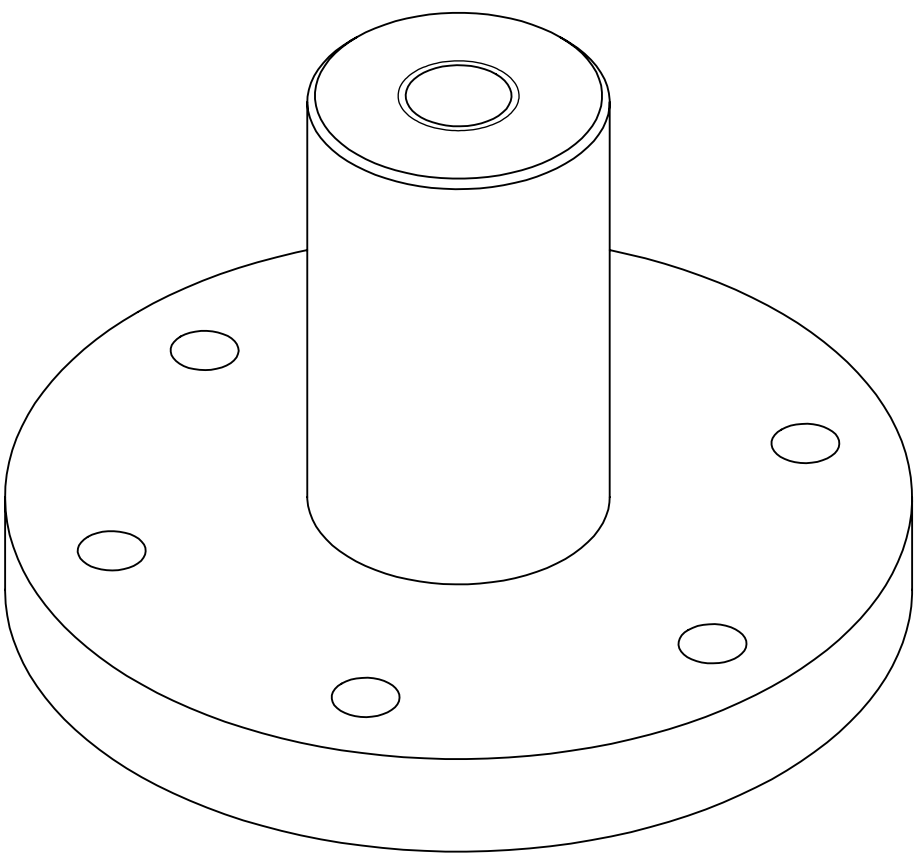
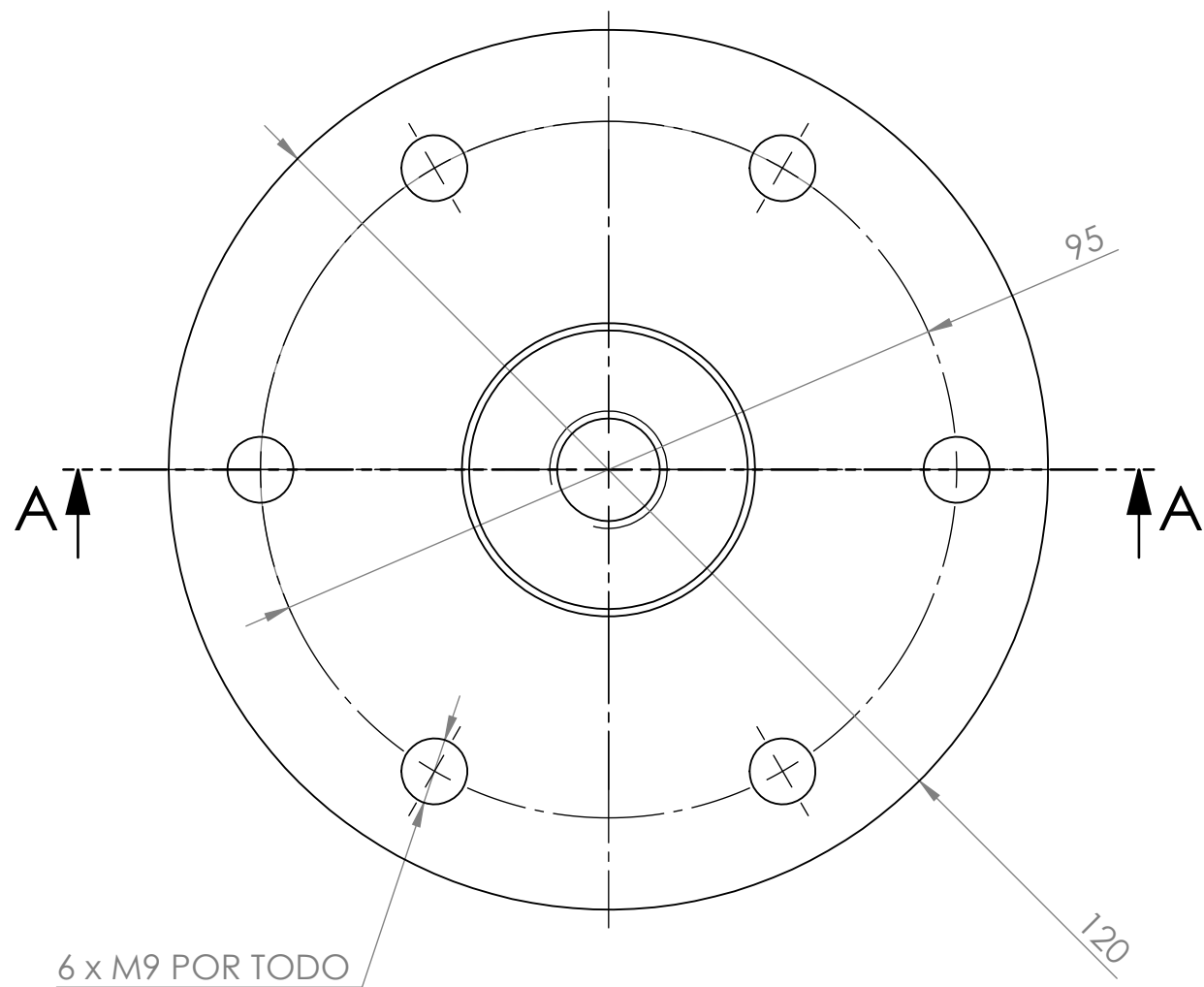
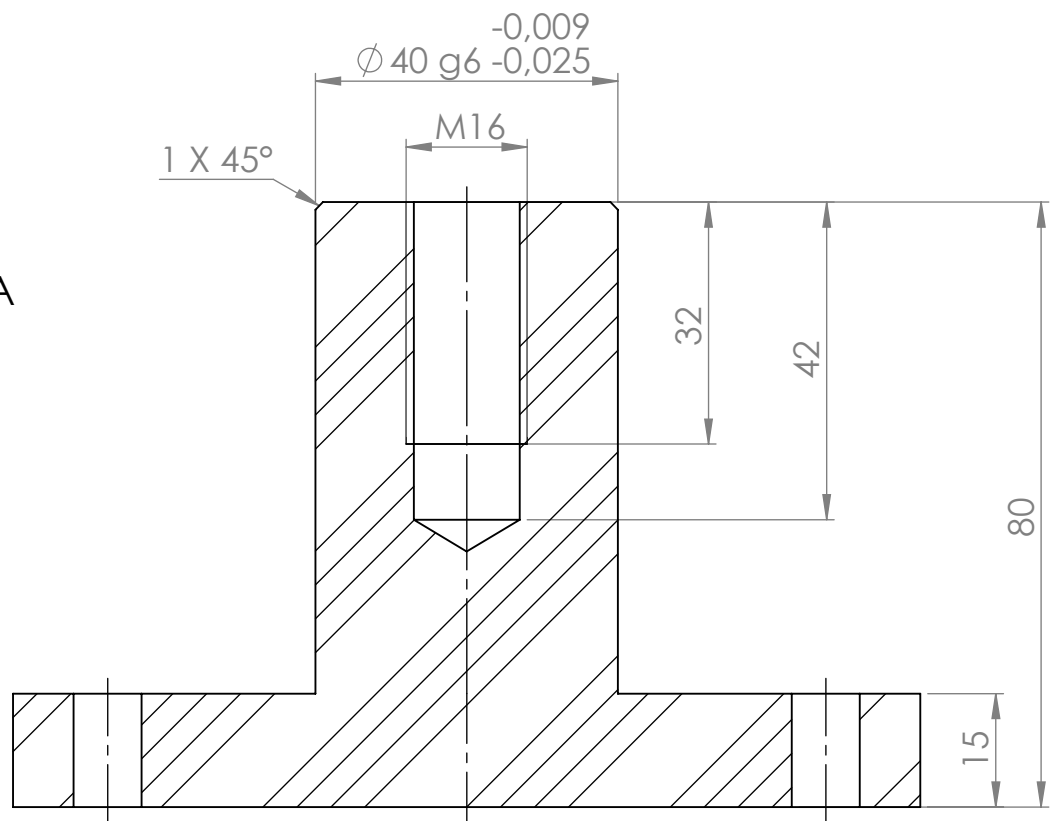


## SECCIÓN A-A

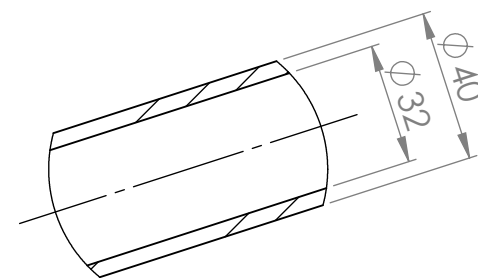
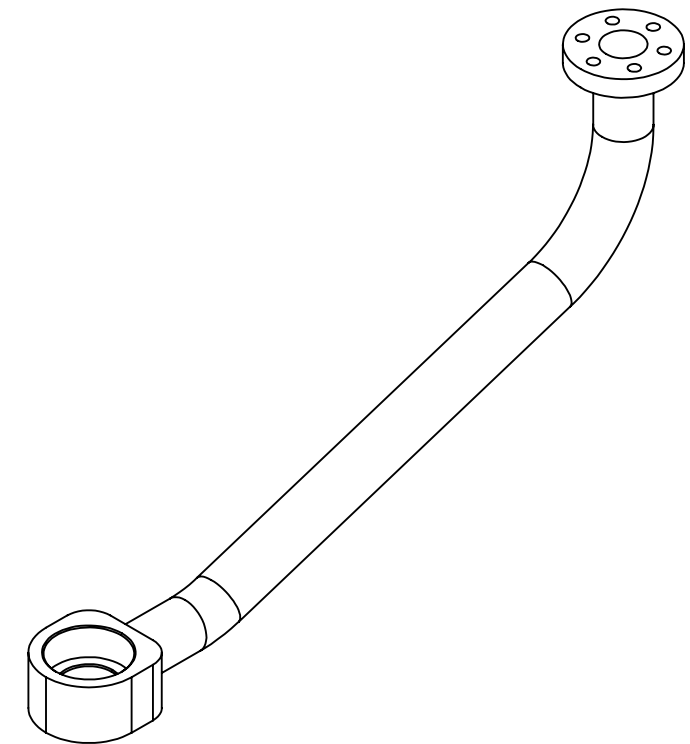


	FECHA DATA	APROBADO ONARTURIK	PROYECTO PROIEKTUA	Manipulador manual de carga	ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK	
DIBUJADO EGILEA	29/07/2020		DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Separador	TOLERANCIAS PERDOIAK	ISO 2768mK
NOMBRE IZENA	Ander Etxeberria San Martin		MATERIAL MATERIALA	1.0401 (C15)	ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA	N9
Trabajo fin de grado			TRATAMIENTO TRATAMENDUA	Pavonado	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU	0.5X45°
E.T.S.I.I.T			PESO (Kg) PISUA	0.02	UNIDADES UNITATEAK	mm
up <sup>na</sup>			PLANO Nº PLANO ZENB.:	Separador		ESCALA ESKALA 2:1

SECCIÓN A-A




Manipulador de cargas manual				ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK	
DIBUJADO EGILEA	FECHA DATA	ONARTURIK APROBADO	PROYECTO PROIEKTUA	TOLERANCIAS PERDOIAK	ISO 2768mK
NOMBRE IZENA	Ander Etxeberria San Martin		DENOMINACIÓN IZENDAPENA	ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA	N9
Trabajo fin de grado			MATERIAL MATERIALA	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU	0.5X45°
E.T.S.I.I.T			TRATAMIENTO TRATAMENDUA	UNIDADES	mm
up <sup>na</sup>			PESO (Kg) PISUA	UNITEAK	
			PLANO N° PLANO ZENB.:	ESCALA ESKALA	1:1

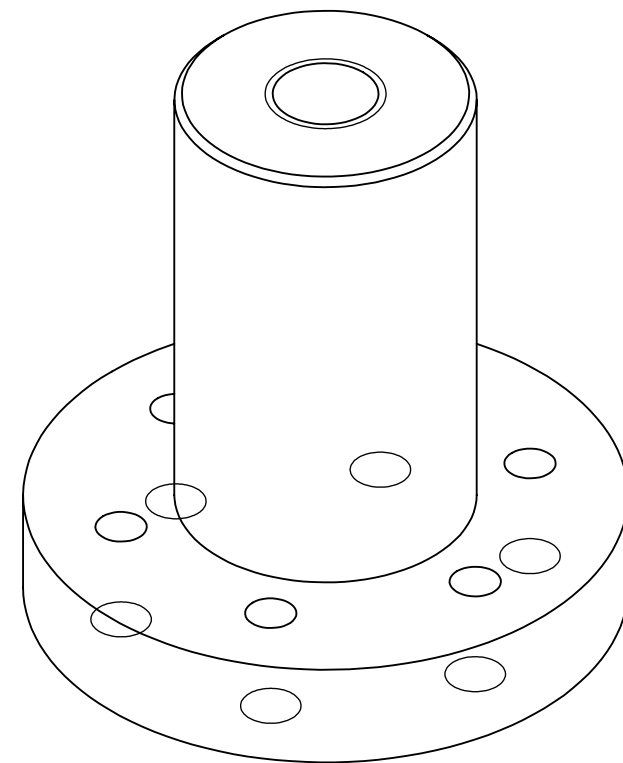
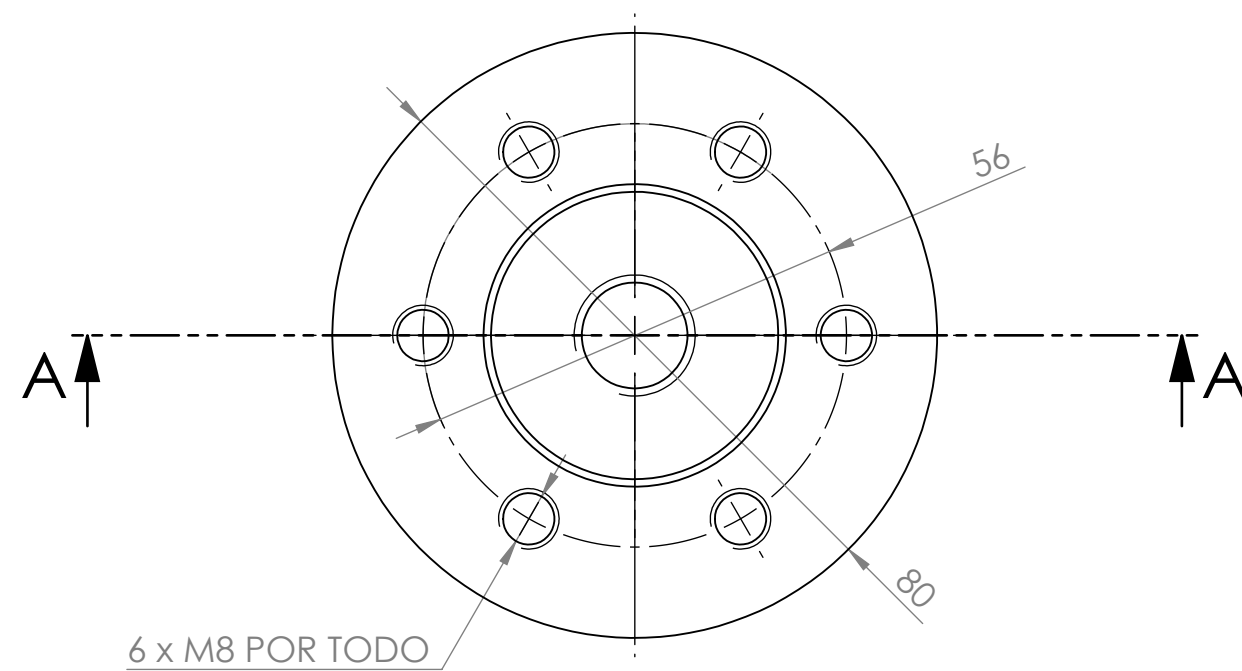
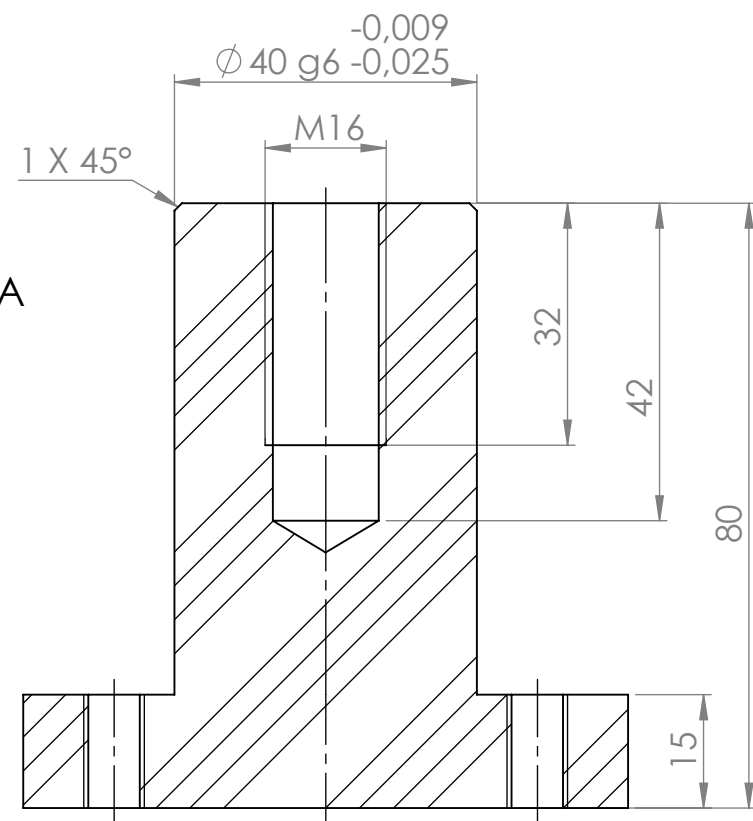



DETALLE B  
ESCALA 1 : 2

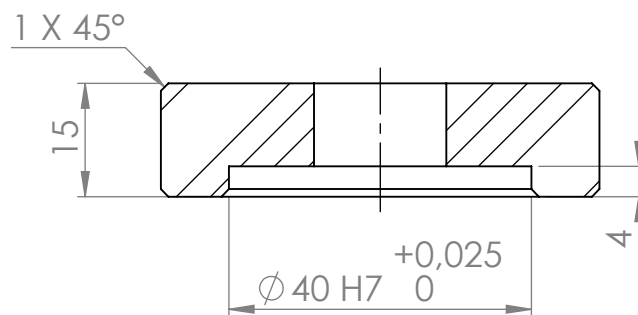
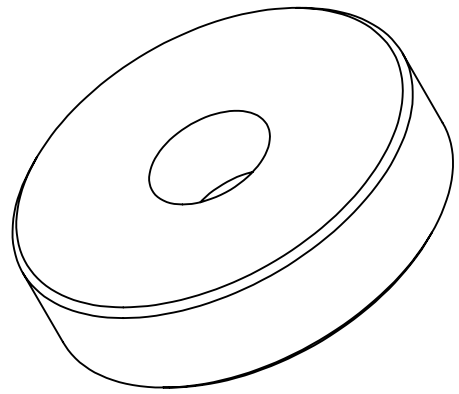


	FECHA DATA	APROBADO ONARTURIK	PROYECTO PROIEKTUA		Manipulador manual de carga		ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK		
DIBUJADO EGILEA	27/07/2020		DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Brazo manipulador		TOLERANCIAS PERDOIAK		ISO 2768mK	
NOMBRE IZENA	Ander Etxeberria San Martin		MATERIAL MATERIALA	1.0037 (S235JR)		ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA		N9	
Trabajo fin de grado			TRATAMIENTO TRATAMENDUA	Pintado		MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU		0.5X45°	
E.T.S.I.I.T			PESO (Kg) PISUA	3.68		UNIDADES UNITATEAK		mm	
up <sup>na</sup>			PLANO N° PLANO ZENB.:	Brazo_manipulador			A3	ESCALA ESKALA	1:5

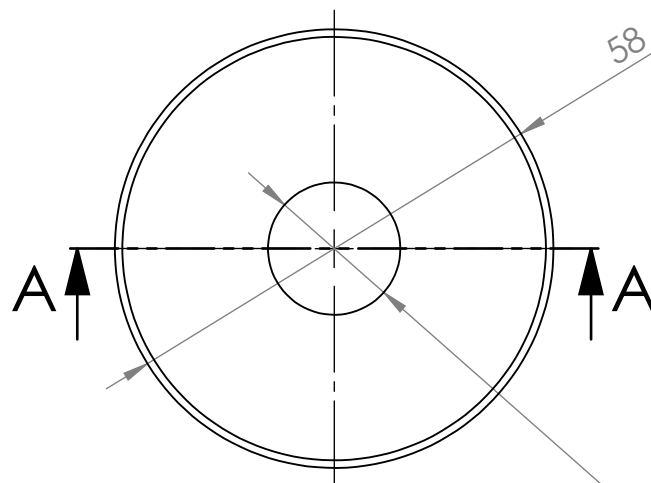
SECCIÓN A-A



		FECHA DATA	APROBADO ONARTURIK	PROYECTO PROIEKTUA	Manipulador de carga manual		ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK		
DIBUJADO EGILEA NOMBRE IZENA	29/07/2020			DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Brida estructura		TOLERANCIAS PERDOIAK		ISO 2768mK
		Ander Etxeberria San Martin		MATERIAL MATERIALA	1.0401 (C15)		ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA		N9
	Trabajo fin de grado			TRATAMIENTO TRATAMENDUA	Pavonado		MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU		0.5X45°
	E.T.S.I.I.T			PESO (Kg) PISUA	1.15		UNIDADES UNITATEAK		mm
upna				PLANO Nº PLANO ZENB.:	Brida_estructura			A3	ESCALA ESKALA 1:1



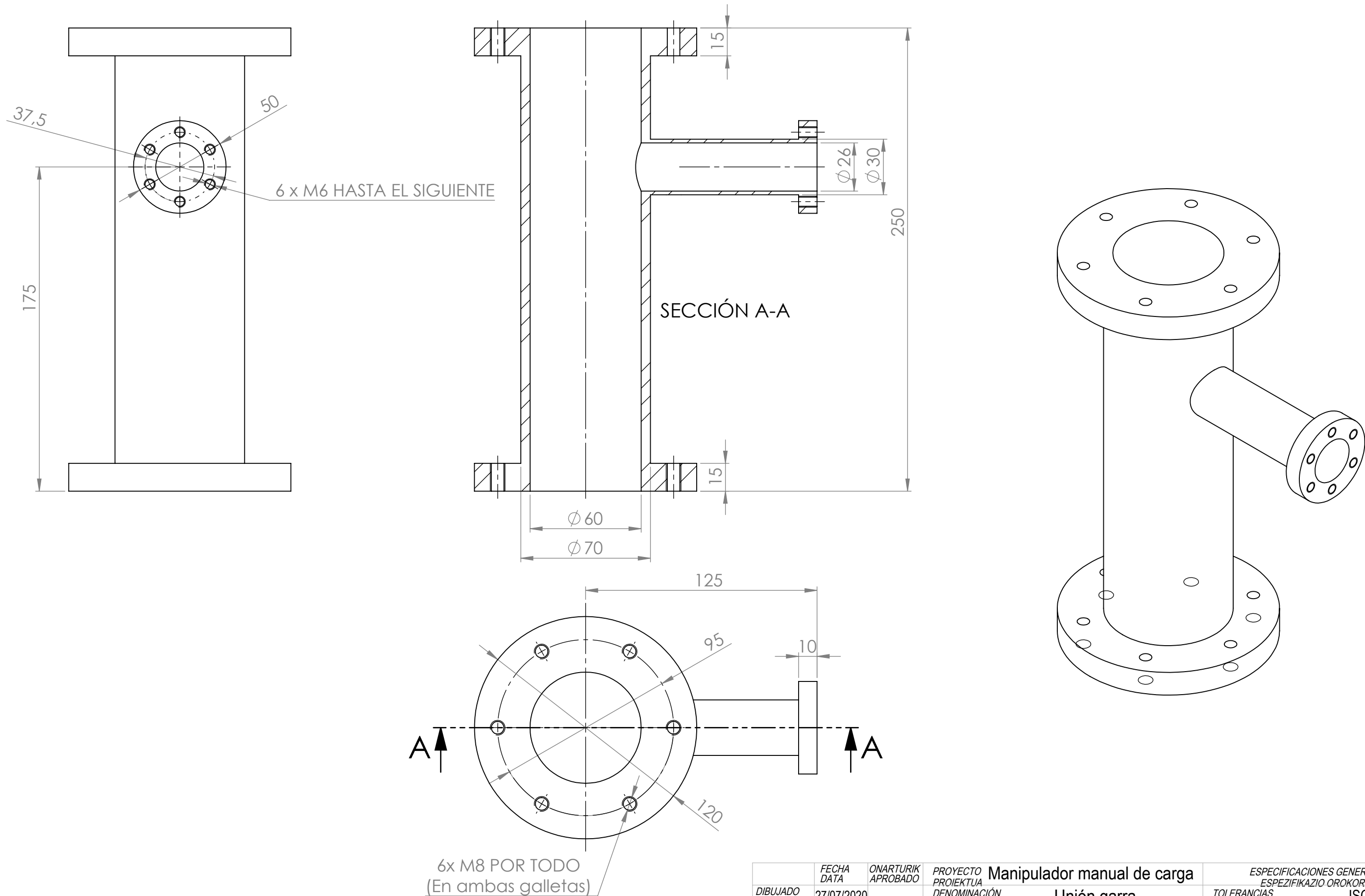
SECCIÓN A-A



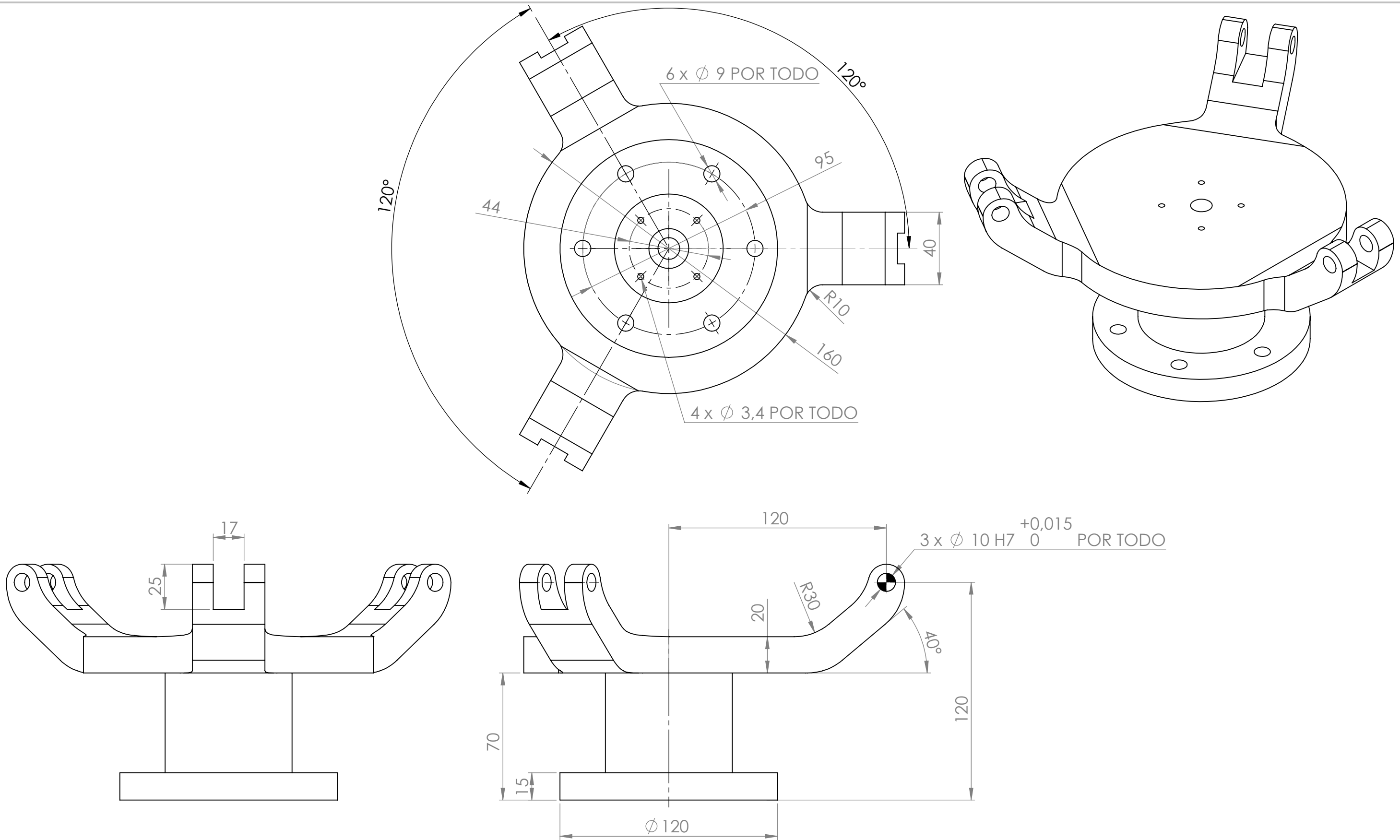
17,5 POR TODO

FECHA DATA		APROBADO ONARTURIK		PROYECTO PROIEKTUA		ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK	
29/07/2020				Manipulador manual de carga		TOLERANCIAS PERDOIAK	
Ander Etxeberria		San Martin		Unión brida		ISO 2768mK	
Trabajo fin de grado				1.0401 (C15)		ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA	
E.T.S.I.I.T				Pavonado		MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU	
up <sup>na</sup>				0.25		UNIDADES UNITATEAK	
				PLANO N°		A4	
				PLANO ZENB.: Union_brida		ESCALA ESKALA 1:1	

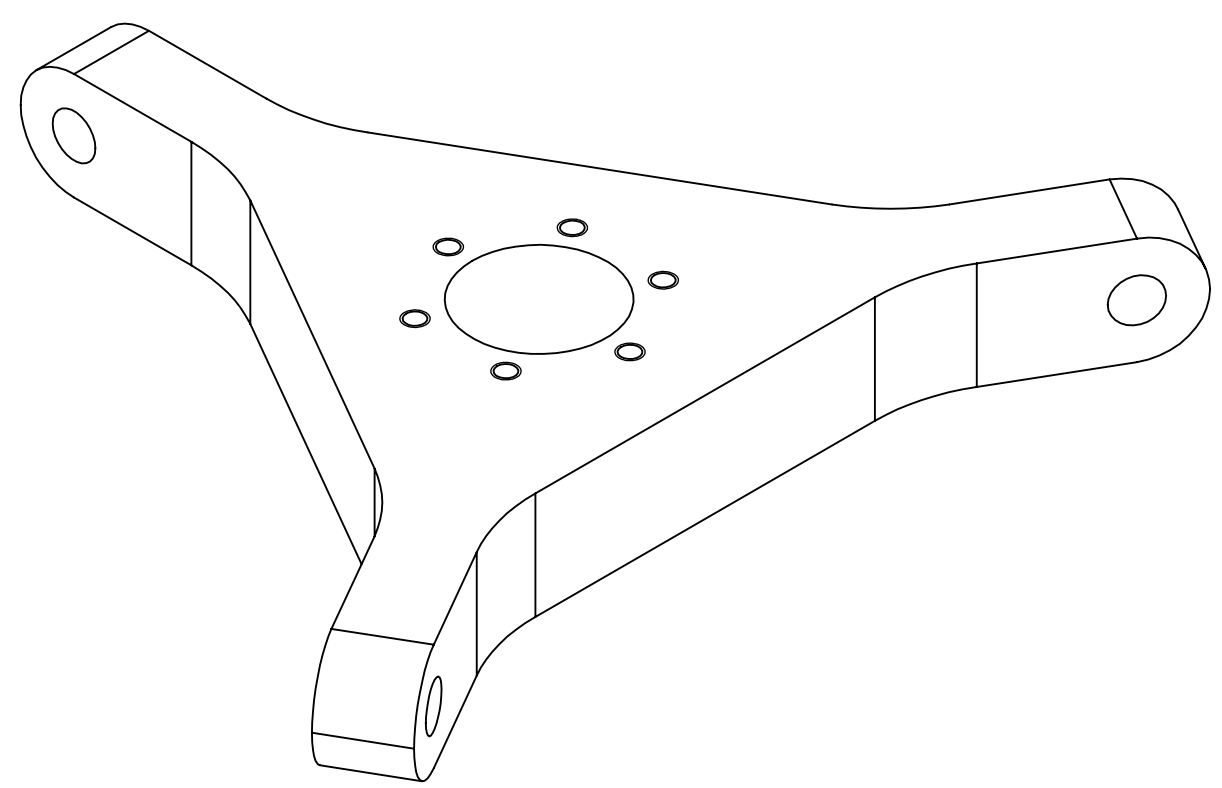
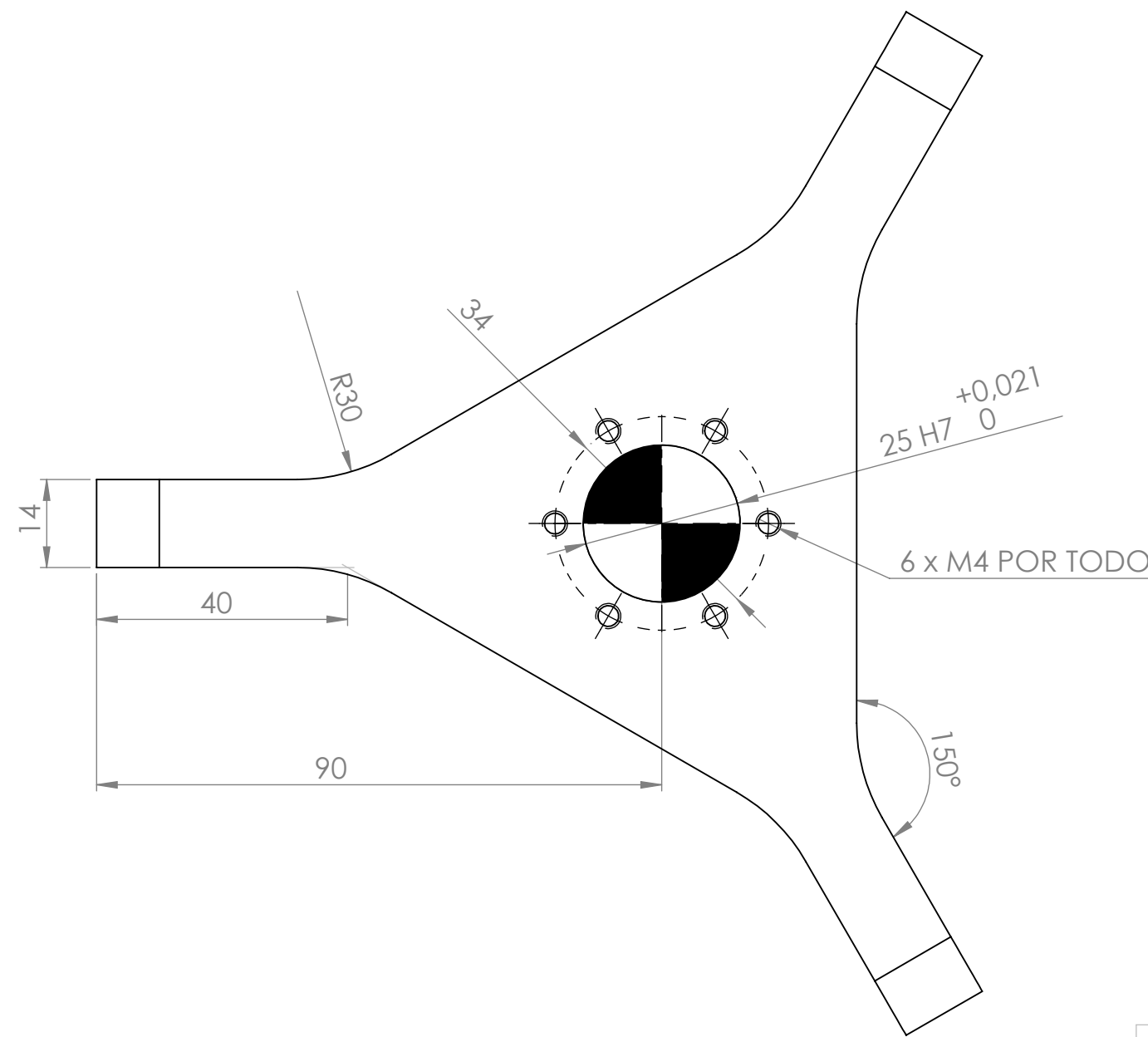
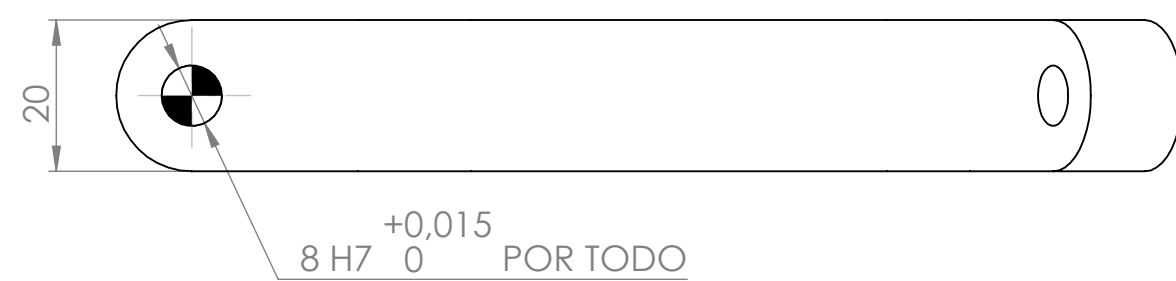




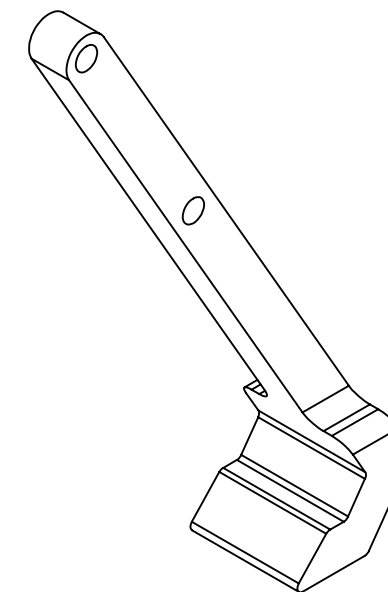
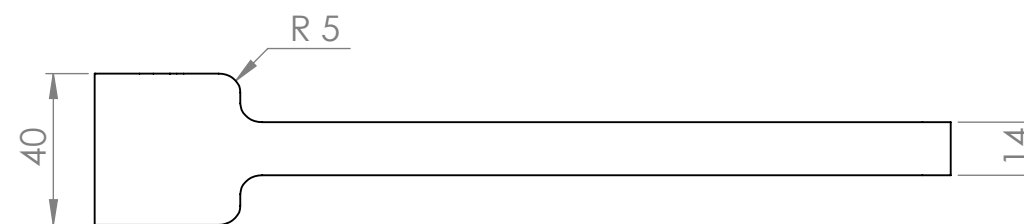
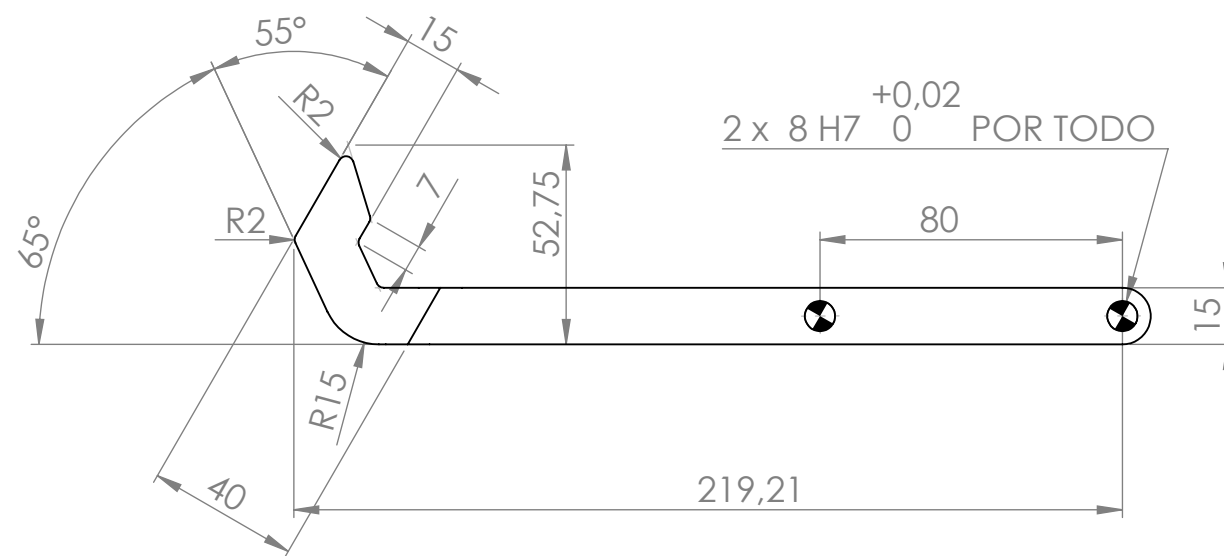
			Manipulador manual de carga		ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK	
DIBUJADO EGILEA NOMBRE IZENA	FECHA DATA	ONARTURIK APROBADO	DENOMINACIÓN	Unión garra	TOLERANCIAS PERDOIAK	ISO 2768mK
	27/07/2020		IZENDAPENA		ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA	N9
	Ander Etxeberria		MATERIAL	1.0401 (C15)	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU	0.5X45°
	San Martin		MATERIALA		UNIDADES	mm
	Trabajo fin de grado		TRATAMIENTO	Pintado	UNITATEAK	
	E.T.S.I.I.T		PESO (Kg)	3.90		
	upna		PISUA			
			PLANO N°			
			PLANO ZENB.:	Union_garra		



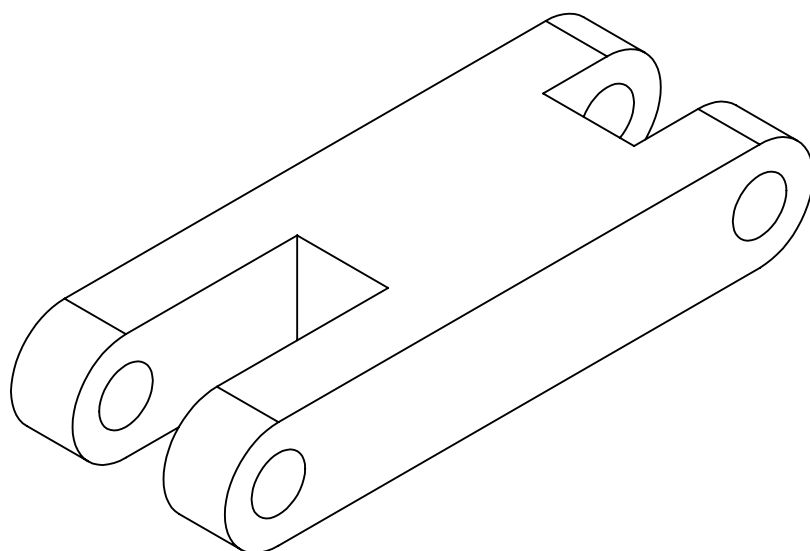
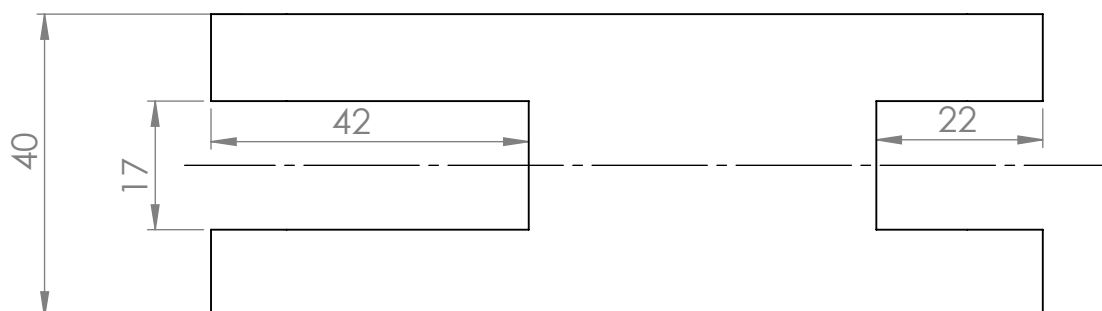
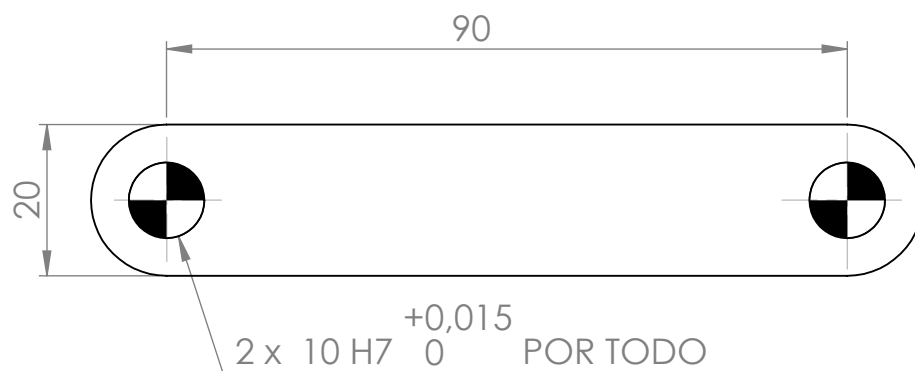
		Manipulador manual de carga		ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK	
DIBUJADO EGILEA	FECHA DATA	APROBADO ONARTURIK	PROYECTO PROIEKTUA	TOLERANCIAS PERDOIAK	ISO 2768mK
NOMBRE IZENA	29/07/2020		DENOMINACIÓN IZENDAPENA	ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA	N9
		Ander Etxeberria San Martin	MATERIAL MATERIALA	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU	0.5X45°
		Trabajo fin de grado	TRATAMIENTO TRATAMENDUA	UNIDADES	mm
		E.T.S.I.I.T	PESO (Kg)	ESCALA	1:2
		upna	PISUA	ESKALA	
			PLANO N°		
			PLANO ZENB.:		
			Soporte_garra		




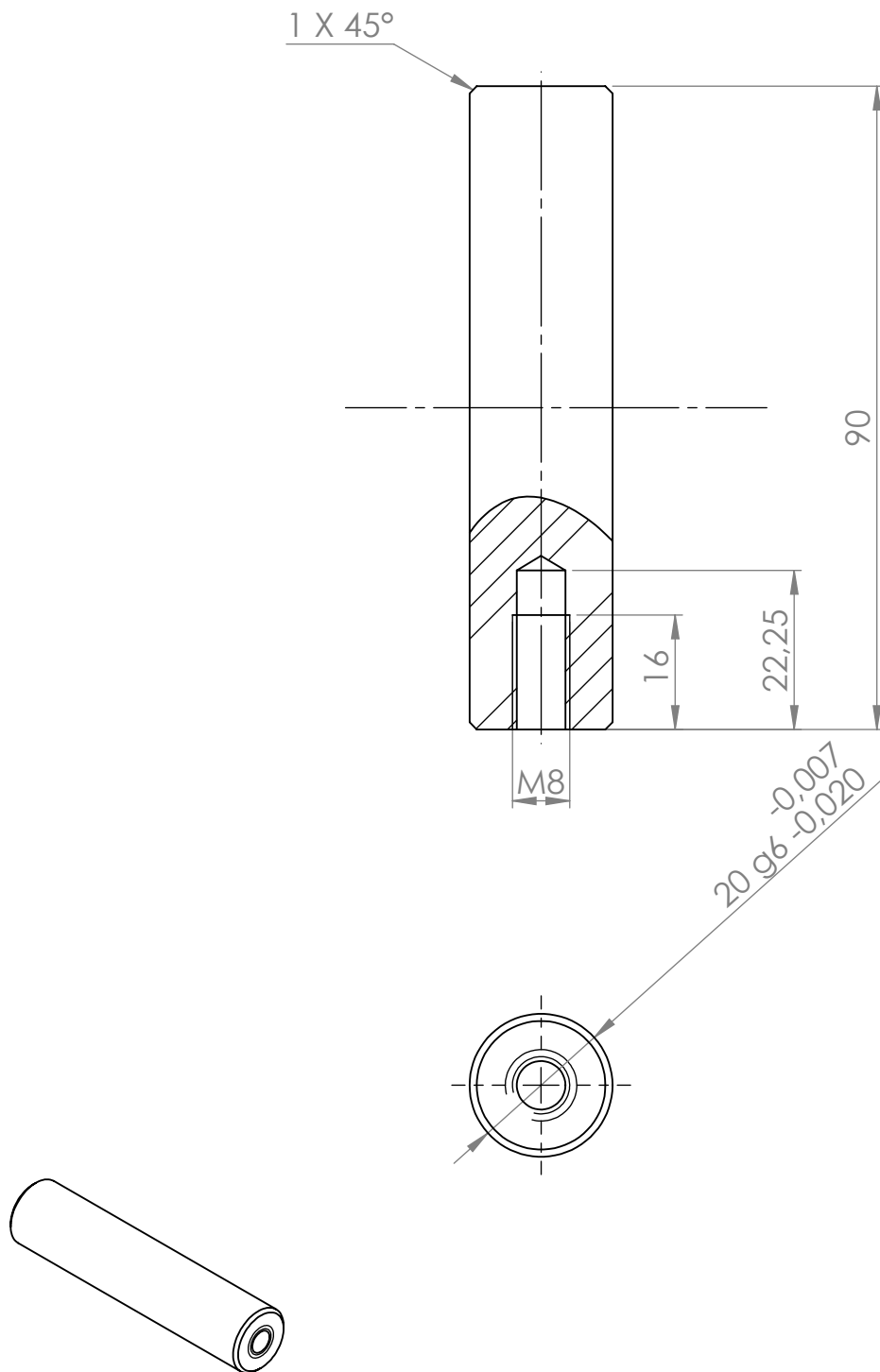
			Manipulador manual de carga		ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK	
DIBUJADO EGILEA NOMBRE IZENA	FECHA DATA	APROBADO ONARTURIK	PROYECTO PROIEKTUA	DENOMINACIÓN	TOLERANCIAS PERDOIAK	ISO 2768mK
	29/07/2020			Placa husillo	ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA	N9
	Ander Etxeberria San Martin			1.0401 (C15)	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU	0.5X45°
				Pavonado	UNIDADES	mm
				0.90	UNITATEAK	
				PLANO N°	ESCALA	1:1
				PLANO ZENB.:	ESKALA	
				Placa_husillo		




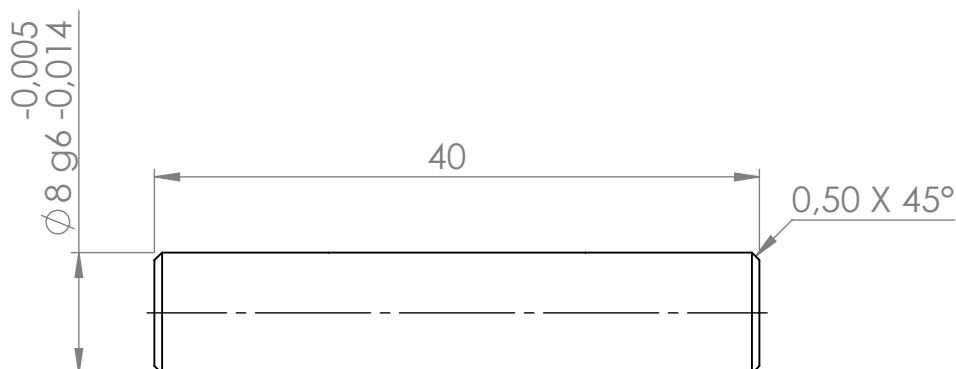
			Manipulador manual de carga		ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK	
DIBUJADO EGILEA NOMBRE IZENA	FECHA DATA	APROBADO ONARTURIK	PROYECTO PROIEKTUA	DENOMINACIÓN IZENDAPENA	TOLERANCIAS PERDOIAK	ISO 2768mK
	29/07/2020			Pinza	ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA	N9
	Ander Etxeberria San Martin			1.0401 (C15)	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU	0.5X45°
				Pavonado	UNIDADES UNITATEAK	mm
				0.56		
				PINZA		
				PLANO N°		
				PLANO ZENB.:		
				Pinza2		




	FECHA DATA	APROBADO ONARTURIK	PROYECTO PROIEKTUA	Manipulador manual de carga		ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK			
DIBUJADO EGILEA	20/08/2020		DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Biela		TOLERANCIAS PERDOIAK		ISO 2768mK	
NOMBRE IZENA	Ander Etxeberria San Martin		MATERIAL MATERIALA	1.0401 (C15)		ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA		N9	
Trabajo fin de grado			TRATAMIENTO TRATAMENDUA	Pavonado		MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU		0.5X45°	
E.T.S.I.I.T			PESO (Kg) PISUA	0.48		UNIDADES UNITATEAK		mm	
up <sup>na</sup>			PLANO N° PLANO ZENB.:	Biela			A4	ESCALA ESKALA	1:1



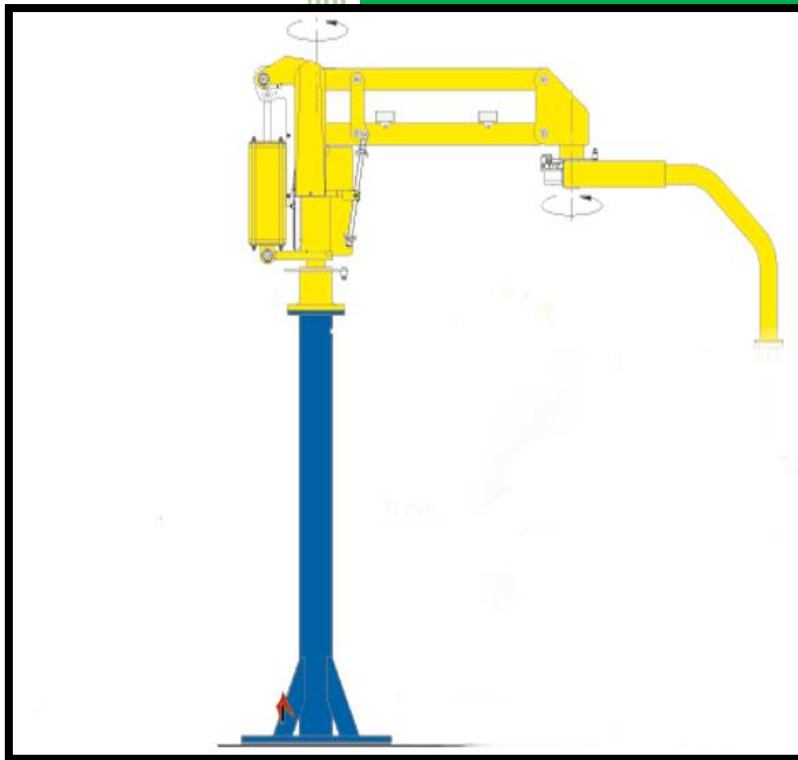
	FECHA DATA	APROBADO ONARTURIK	PROYECTO PROIEKTUA	Manipulador manual de carga	ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK	
DIBUJADO EGILEA	29/07/2020		DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Eje	TOLERANCIAS PERDOIAK	ISO 2768mK
NOMBRE IZENA	Ander Etxeberria San Martin		MATERIAL MATERIALA	1.7225 (42CrM0 4)	ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA	N9
Trabajo fin de grado			TRATAMIENTO TRATAMENDUA	Pavonado	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU	0.5X45°
E.T.S.I.I.T			PESO (Kg) PISUA	0.21	UNIDADES UNITATEAK	mm
up <sup>na</sup>			PLANO N° PLANO ZENB.:	Eje		ESCALA ESKALA 1:1



	FECHA DATA	APROBADO ONARTURIK	PROYECTO PROIEKTUA	Manipulador manual de carga	ESPECIFICACIONES GENERALES ESPEZIFIKAZIO OROKORRAK		
DIBUJADO EGILEA	29/07/2020		DENOMINACIÓN IZENDAPENA	Pasador	TOLERANCIAS PERDOIAK	ISO 2768mK	
NOMBRE IZENA	Ander Etxeberria San Martin		MATERIAL MATERIALA	1.7225 (42CrMo4)	ACABADOS SUPERFICIALES GAINAZAL KALITATEA	N9	
Trabajo fin de grado			TRATAMIENTO TRATAMENDUA	Pavonado	MATAR ARISTAS ERTZAK BOROBILDU	0.5X45°	
E.T.S.I.I.T			PESO (Kg) PISUA	0.02	UNIDADES UNITATEAK	mm	
up <sup>na</sup>			PLANO N° PLANO ZENB.:	Pasador		A4	ESCALA ESKALA 2:1

# 2020

## Anexo







Índice

Anexo N.º1 – Estudio Pilar..... 1

Anexo N.º2 – Estudio Soporte Pluma ..... 13

Anexo N.º3 – Estudio Pluma..... 25

Anexo N.º4 – Estudio Brazo del Manipulador ..... 37

Anexo N.º5 – Estudio Brida ..... 49

Anexo N.º6 – Estudio Soporte del Sistema..... 60

Anexo N.º7 – Estudio Unión Garra ..... 71

Anexo N.º8 – Estudio Soporte Garra ..... 83

Anexo N.º9 – Catalogo tornilleria y rodamientos..... 95

Anexo N.º10 – Certificados .....122

# Simulación de Pilar

**Fecha:** martes, 14 de julio de 2020  
**Diseñador:** Solidworks  
**Nombre de estudio:** Análisis estático 1\_2  
**Tipo de análisis:** Análisis estático

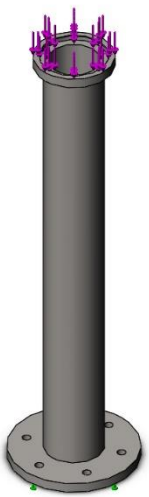

## Tabla de contenidos

Descripción .....	1
Suposiciones .....	2
Información de modelo .....	2
Propiedades de estudio .....	3
Unidades .....	3
Propiedades de material .....	4
Cargas y sujeciones.....	5
Definiciones de conector .....	5
Información de contacto .....	5
Información de malla .....	6
Detalles del sensor .....	7
Fuerzas resultantes.....	7
Vigas .....	8
Resultados del estudio .....	9
Conclusión .....	12

**Descripción**  
No hay datos

## Suposiciones

### Información de modelo

 <b>Nombre del modelo:</b> Pilar <b>Configuración actual:</b> Default<Como mecanizada>			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Chaflán1 	Sólido	Masa:29.1735 kg Volumen:0.0037402 m <sup>3</sup> Densidad:7800 kg/m <sup>3</sup> Peso:285.901 N	C:\Users\ander\Desktop\u nibertsitatea\ingenieria grafica\GraficaPROIEKTUA \Pilar.SLDPRT Jul 13 13:37:53 2020


## Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1_2
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\ander\Desktop\unibertsitatea\ingenieria grafica\GraficaPROIEKTUA)

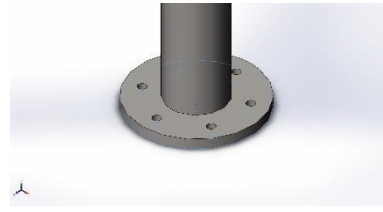
## Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m <sup>2</sup>

## Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p> <b>Nombre:</b> 1.0037 (S235JR)  <b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal  <b>Criterio de error predeterminado:</b> Desconocido  <b>Límite elástico:</b> 2.35e+008 N/m<sup>2</sup>  <b>Límite de tracción:</b> 3.6e+008 N/m<sup>2</sup>  <b>Módulo elástico:</b> 2.1e+011 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.28  <b>Densidad:</b> 7800 kg/m<sup>3</sup>  <b>Módulo cortante:</b> 7.9e+010 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficiente de dilatación térmica:</b> 1.1e-005 /Kelvin         </p>	Sólido 1(Chaflán1)(Pilar)
Datos de curva:N/A		

## Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Tipo:</b> Geometría fija			
<b>Fuerzas resultantes</b>					
<b>Componentes</b>		<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Resultante</b>
<b>Fuerza de reacción(N)</b>		-0.000675457	1999.97	-0.0165655	1999.97
<b>Momento de reacción(N.m)</b>		0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		<b>Entidades:</b> 2 cara(s) <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal <b>Valor:</b> 1000 N		

## Definiciones de conector

No hay datos

## Información de contacto

No hay datos



## Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	17.8268 mm
Tolerancia	0.891339 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

## Información de malla - Detalles

Número total de nodos	17249
Número total de elementos	8829
Cociente máximo de aspecto	17.601
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	96.1
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.77
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:05
Nombre de computadora:	ANDER





Nombre del modelo: Pilar  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1\_2(-Default<Como mecanizada>-)  
 Tipo de malla: Malla sólida



## Detalles del sensor

No hay datos

## Fuerzas resultantes

### Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0.000675457	1999.97	-0.0165655	1999.97

### Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

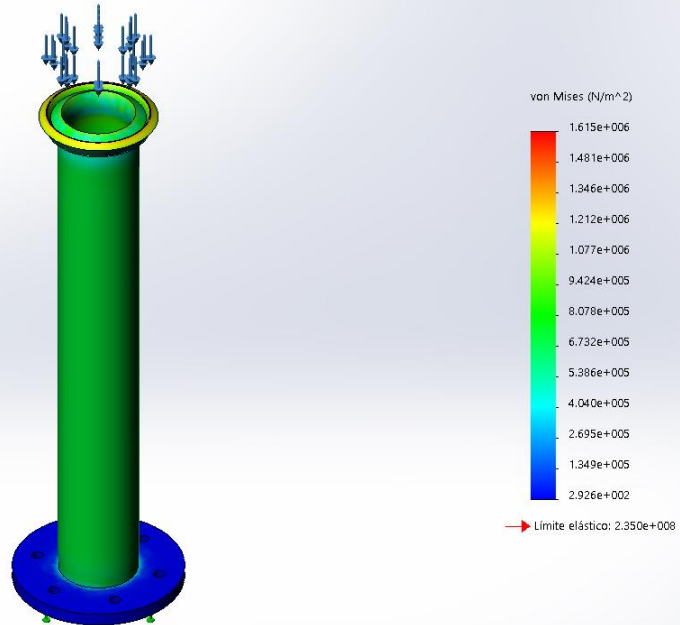
**Vigas**

No hay datos

## Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	2.926e+002N/m <sup>2</sup> Nodo: 10715	1.615e+006N/m <sup>2</sup> Nodo: 9053

Nombre del modelo: Pilar  
Nombre de estudio: Análisis estático 1\_2(-Default<Como mecanizada>-)  
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1  
Escala de deformación: 25704.2

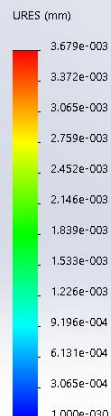
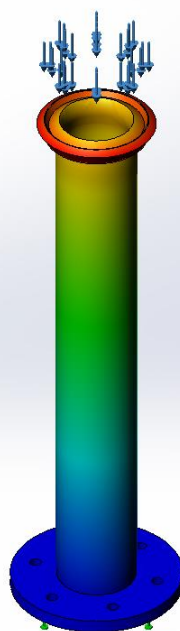


Pilar-Análisis estático 1\_2-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+000mm Nodo: 769	3.679e-003mm Nodo: 2381



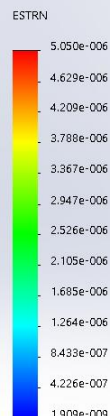
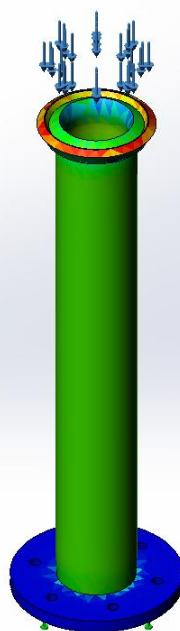
Nombre del modelo: Pilar  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1\_2(-Default<Como mecanizada>-)  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
 Escala de deformación: 23704.2



Pilar-Análisis estático 1\_2-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.909e-009 Elemento: 6279	5.050e-006 Elemento: 4462

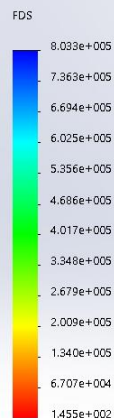
Nombre del modelo: Pilar  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1\_2(-Default<Como mecanizada>-)  
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1  
 Escala de deformación: 23704.2



Pilar-Análisis estático 1\_2-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	1.455e+002 Nodo: 9053	8.033e+005 Nodo: 10715

Nombre del modelo: Pilar  
Nombre de estudio: Análisis estático 1\_2 (Default < Como mecanizada > -)  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
Criterio: Automático  
Distribución de factor de seguridad: FDS min = 1.5e+002



Pilar-Análisis estático 1\_2-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

## Conclusión



**Descripción**  
No hay datos

# Simulación de Soporte\_pluma


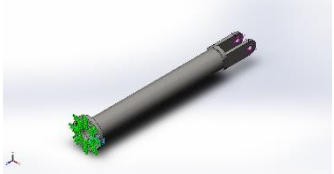
**Fecha:** martes, 14 de julio de 2020  
**Diseñador:** Solidworks  
**Nombre de estudio:** Análisis estático soporte pluma  
**Tipo de análisis:** Análisis estático

## Tabla de contenidos

Descripción .....	1
Suposiciones .....	2
Información de modelo .....	2
Propiedades de estudio .....	3
Unidades .....	3
Propiedades de material .....	4
Cargas y sujeciones.....	5
Definiciones de conector .....	5
Información de contacto .....	6
Información de malla .....	7
Detalles del sensor .....	8
Fuerzas resultantes.....	8
Vigas .....	9
Resultados del estudio.....	10
Conclusión .....	12

## Suposiciones

### Información de modelo

 <p>Nombre del modelo: Soporte_pluma Configuración actual: Default</p>			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Redondeo1 	Sólido	Masa:19.3663 kg Volumen:0.00248286 m <sup>3</sup> Densidad:7800 kg/m <sup>3</sup> Peso:189.789 N	C:\Users\ander\Desktop\u nibertsitatea\ingenieria grafica\GraficaPROIEKTUA \Soporte_pluma.SLDPR T Dec 05 11:25:28 2018
Redondeo2 	Sólido	Masa:0.315926 kg Volumen:4.05034e-005 m <sup>3</sup> Densidad:7800 kg/m <sup>3</sup> Peso:3.09608 N	C:\Users\ander\Desktop\u nibertsitatea\ingenieria grafica\GraficaPROIEKTUA \Soporte_pluma.SLDPR T Dec 05 11:25:28 2018




## Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático soporte pluma
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\ander\Desktop\unibertsitatea\ingenieria grafica\GraficaPROIEKTUA)

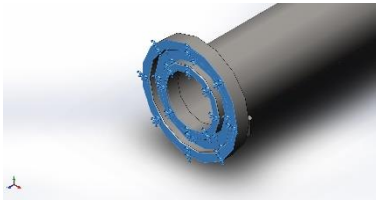
## Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m <sup>2</sup>

## Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p> <b>Nombre:</b> 1.0037 (S235JR)  <b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal  <b>Criterio de error predeterminado:</b> Desconocido  <b>Límite elástico:</b> 2.35e+008 N/m<sup>2</sup>  <b>Límite de tracción:</b> 3.6e+008 N/m<sup>2</sup>  <b>Módulo elástico:</b> 2.1e+011 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.28  <b>Densidad:</b> 7800 kg/m<sup>3</sup>  <b>Módulo cortante:</b> 7.9e+010 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficiente de dilatación térmica:</b> 1.1e-005 /Kelvin         </p>	<p>           Sólido            1(Redondeo1)(Soporte_pluma),            Sólido            2(Redondeo2)(Soporte_pluma)         </p>
Datos de curva:N/A		

## Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		<b>Entidades:</b> 3 cara(s) <b>Tipo:</b> Geometría fija			
<b>Fuerzas resultantes</b>					
<b>Componentes</b>		<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Resultante</b>
<b>Fuerza de reacción(N)</b>		-0.244798	-1.20533	0.259142	1.25694
<b>Momento de reacción(N.m)</b>		0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Torsión-1		<b>Entidades:</b> 2 cara(s) <b>Referencia:</b> Cara< 1 > <b>Tipo:</b> Aplicar momento torsor <b>Valor:</b> 1000 N.m		

## Definiciones de conector

No hay datos

## Información de contacto

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		<b>Tipo:</b> Unión rígida <b>Componentes:</b> 1 componente(s) <b>Opciones:</b> Mallado compatible

## Información de malla

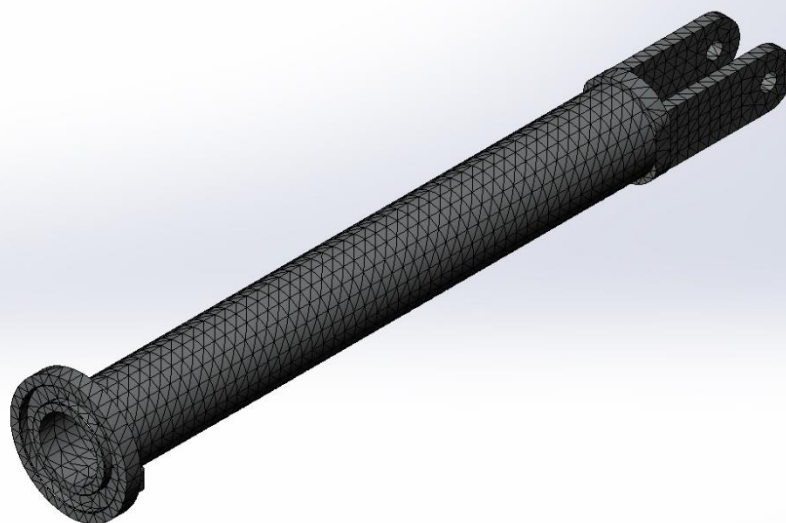
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	15.0688 mm
Tolerancia	0.753441 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

## Información de malla - Detalles

Número total de nodos	19566
Número total de elementos	10161
Cociente máximo de aspecto	43.285
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	89.6
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	2.08
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:06
Nombre de computadora:	ANDER



Nombre del modelo: Soporte\_pluma  
 Nombre de estudio: Análisis estático soporte pluma(-Default-)  
 Tipo de malla: Malla sólida



## Detalles del sensor

No hay datos

## Fuerzas resultantes

### Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0.244798	-1.20533	0.259142	1.25694

### Momentos de reacción

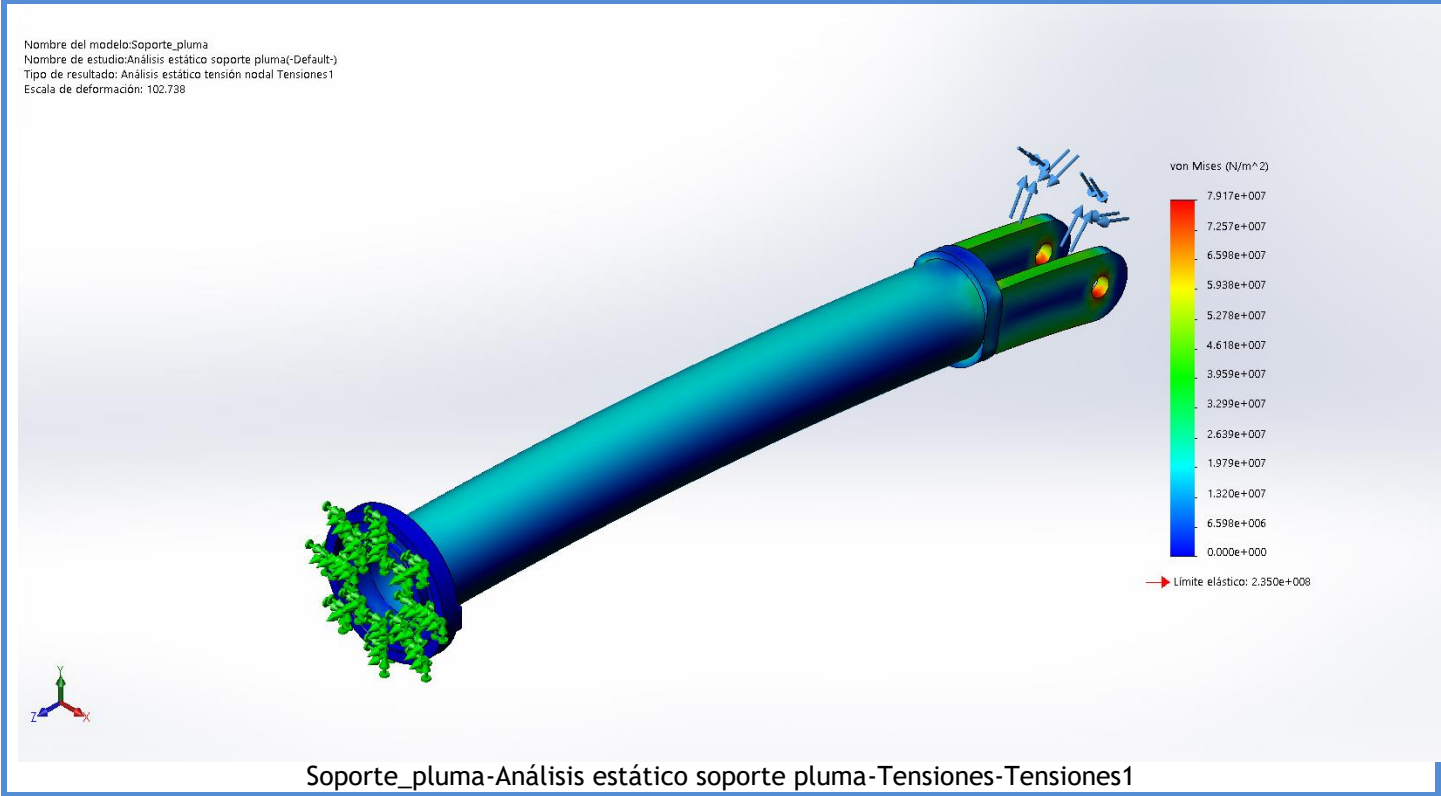
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

**Vigas**

No hay datos

Resultados del estudio

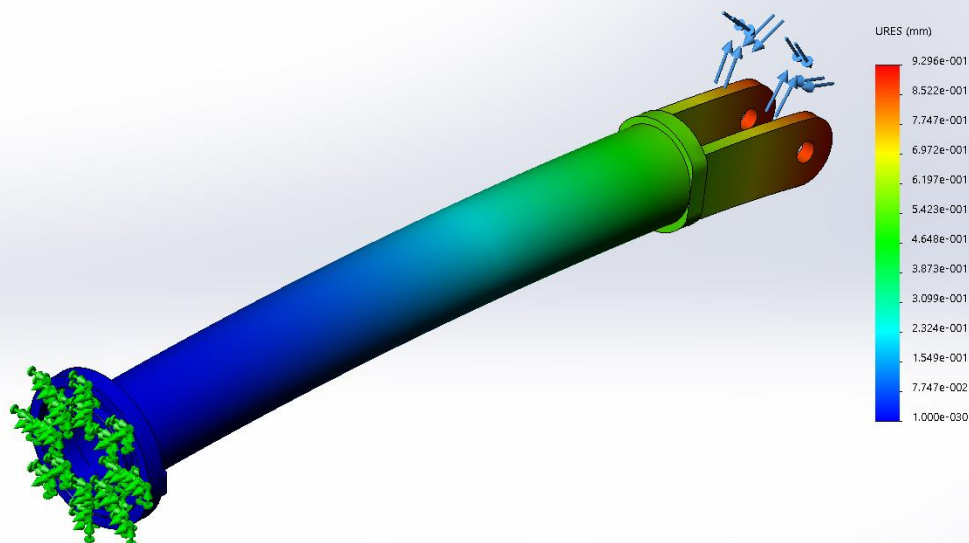
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0.000e+000N/m^2 Nodo: 17404	7.917e+007N/m^2 Nodo: 2678



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+000mm Nodo: 60	9.296e-001mm Nodo: 43



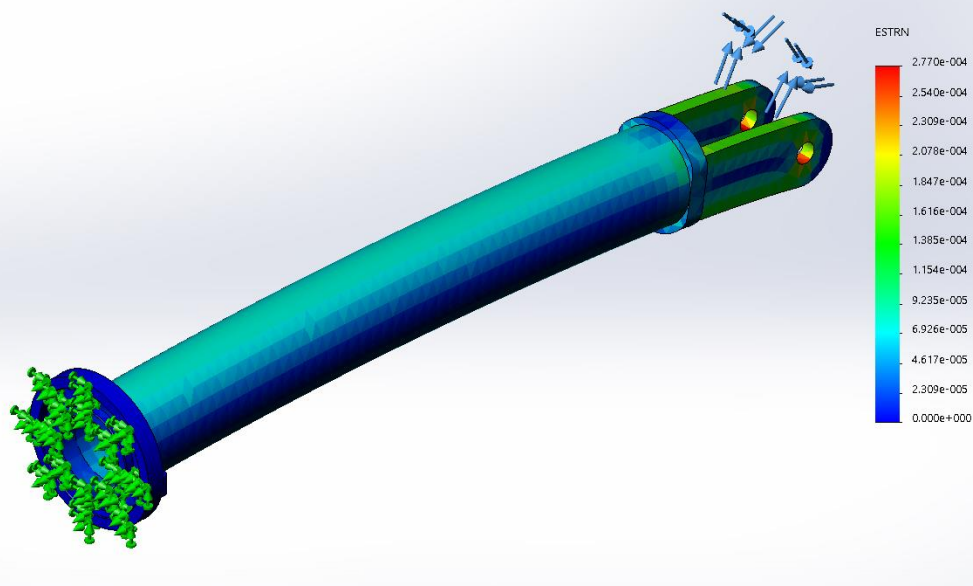
Nombre del modelo: Soporte\_pluma  
 Nombre de estudio: Análisis estático soporte pluma(-Default-)  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
 Escala de deformación: 102.738



Soporte\_pluma-Análisis estático soporte pluma-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0.000e+000 Elemento: 8905	2.770e-004 Elemento: 5644

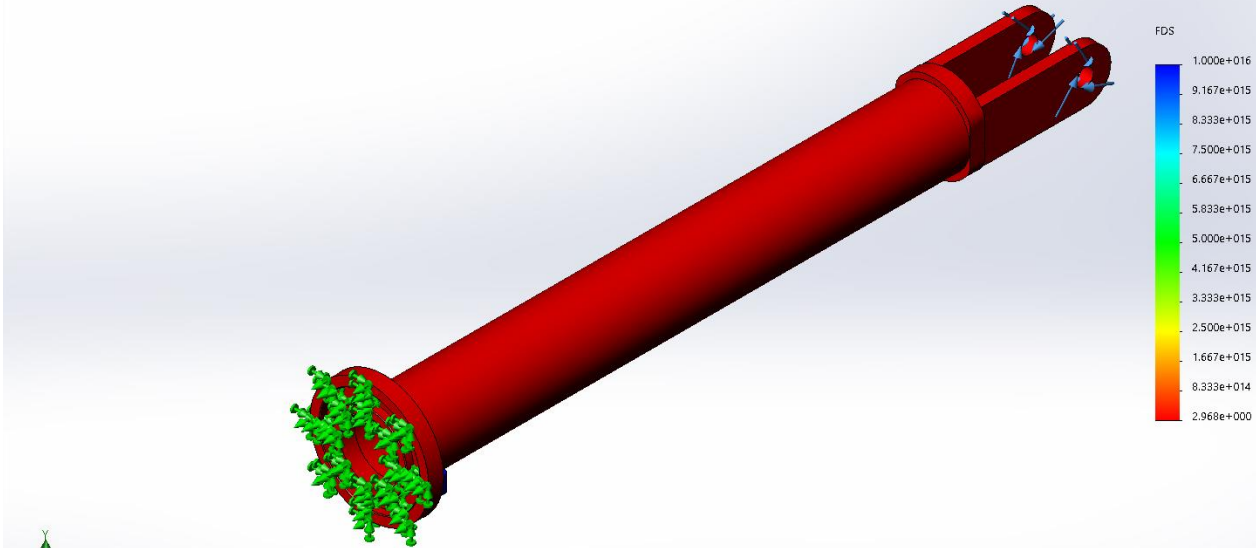
Nombre del modelo: Soporte\_pluma  
 Nombre de estudio: Análisis estático soporte pluma(-Default-)  
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1  
 Escala de deformación: 102.738



Soporte\_pluma-Análisis estático soporte pluma-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

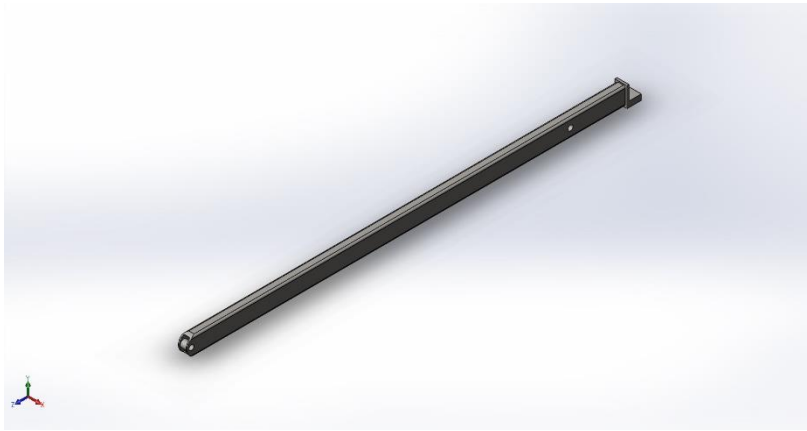
Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Factor de seguridad1	Automático	2.968e+000 Nodo: 2678	1.000e+016 Nodo: 17404

Nombre del modelo: Soporte\_pluma  
Nombre de estudio: Análisis estático soporte pluma(-Default-)  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
Criterio: Automático  
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 3



Soporte\_pluma-Análisis estático soporte pluma-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

## Conclusión



**Descripción**  
No hay datos

# Simulación de Pluma

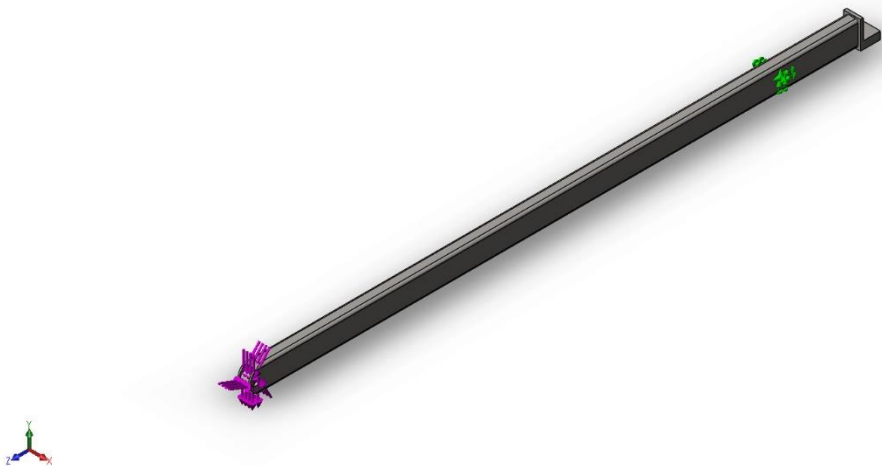
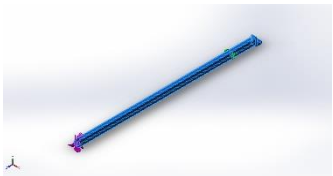
**Fecha:** martes, 14 de julio de 2020  
**Diseñador:** Solidworks  
**Nombre de estudio:** Análisis estático 1  
**Tipo de análisis:** Análisis estático

## Tabla de contenidos

Descripción .....	1
Suposiciones .....	2
Información de modelo .....	2
Propiedades de estudio .....	3
Unidades .....	3
Propiedades de material .....	4
Cargas y sujeciones.....	5
Definiciones de conector .....	5
Información de contacto .....	6
Información de malla .....	7
Detalles del sensor .....	8
Fuerzas resultantes.....	8
Vigas .....	9
Resultados del estudio .....	10
Conclusión .....	12

## Suposiciones

## Información de modelo

			
Nombre del modelo: Pluma Configuración actual: Default<Como mecanizada>			
<b>Sólidos</b>			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Taladro roscado M61 	Sólido	Masa:17.4356 kg Volumen:0.00223533 m <sup>3</sup> Densidad:7800 kg/m <sup>3</sup> Peso:170.869 N	C:\Users\ander\Desktop\nibertsitatea\ingenieria grafica\GraficaPROIEKTUA\Pluma.SLDPRT Dec 05 11:25:42 2018


## Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\ander\Desktop\unibertsitatea\ingenieria grafica\GraficaPROIEKTUA)

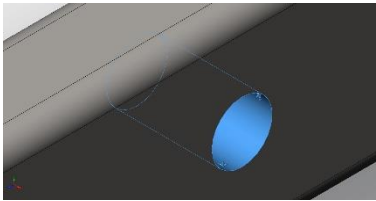
## Unidades

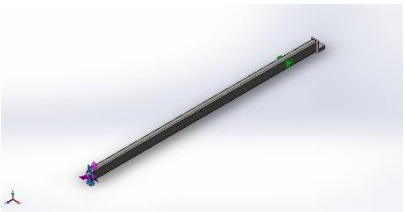
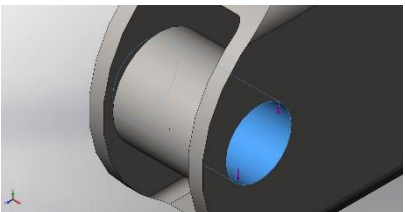
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m <sup>2</sup>

## Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: 1.0037 (S235JR)</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: <math>2.35e+008 \text{ N/m}^2</math></p> <p>Límite de tracción: <math>3.6e+008 \text{ N/m}^2</math></p> <p>Módulo elástico: <math>2.1e+011 \text{ N/m}^2</math></p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.28</p> <p>Densidad: <math>7800 \text{ kg/m}^3</math></p> <p>Módulo cortante: <math>7.9e+010 \text{ N/m}^2</math></p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: <math>1.1e-005 / \text{Kelvin}</math></p>	Sólido 1(Taladro roscado M61)(Pluma)
Datos de curva:N/A		

## Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Tipo:</b> Geometría fija		
<b>Fuerzas resultantes</b>				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.0610733	556.543	-0.754059	556.544
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Referencia:</b> Arista< 1 > <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza <b>Valores:</b> ---, ---, 550 N		
Torsión-1		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Tipo:</b> Aplicar momento torsor <b>Valor:</b> 175 N.m		

## Definiciones de conector

No hay datos



## Información de contacto

No hay datos



## Información de malla

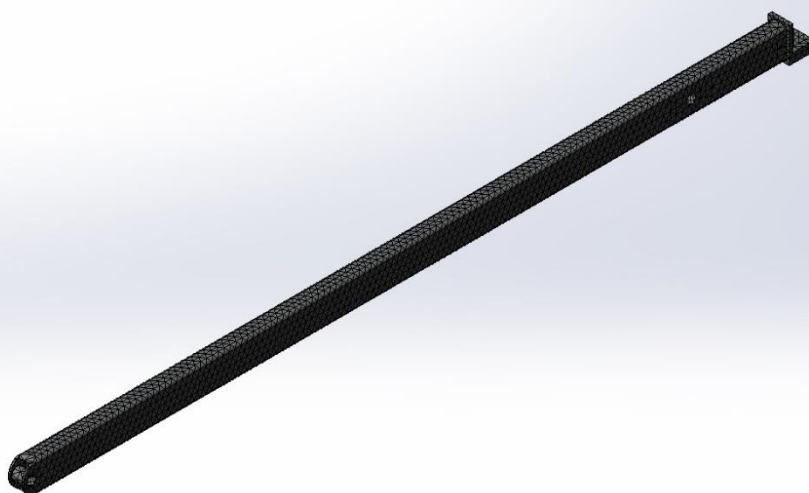
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	15.4512 mm
Tolerancia	0.77256 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

## Información de malla - Detalles

Número total de nodos	28838
Número total de elementos	14799
Cociente máximo de aspecto	14.8
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	35.4
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.0473
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:02
Nombre de computadora:	ANDER



Nombre del modelo: Pluma  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default<Como mecanizada>-)  
 Tipo de malla: Malla sólida



## Detalles del sensor

No hay datos

## Fuerzas resultantes

### Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0.0610733	556.543	-0.754059	556.544

### Momentos de reacción

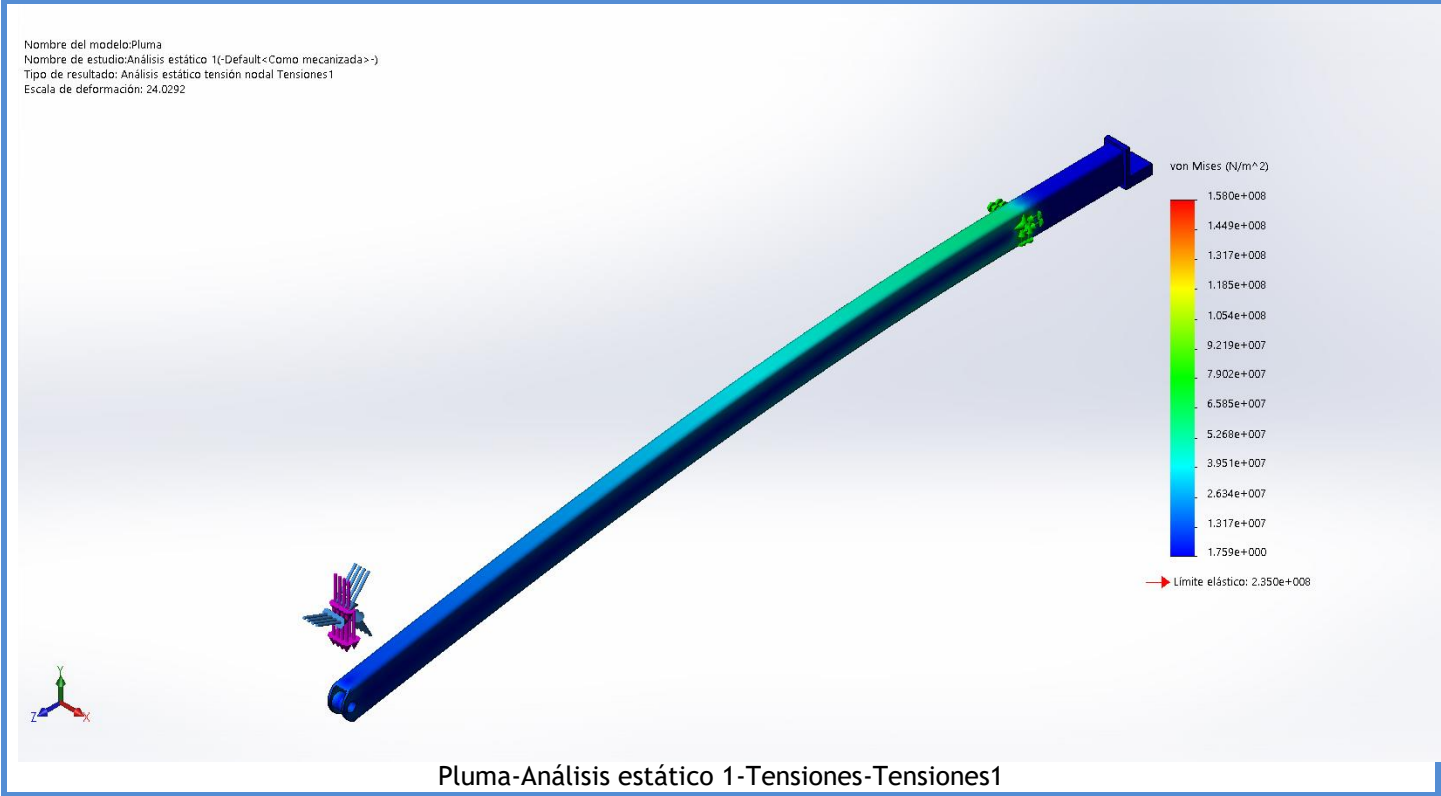
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

**Vigas**

No hay datos

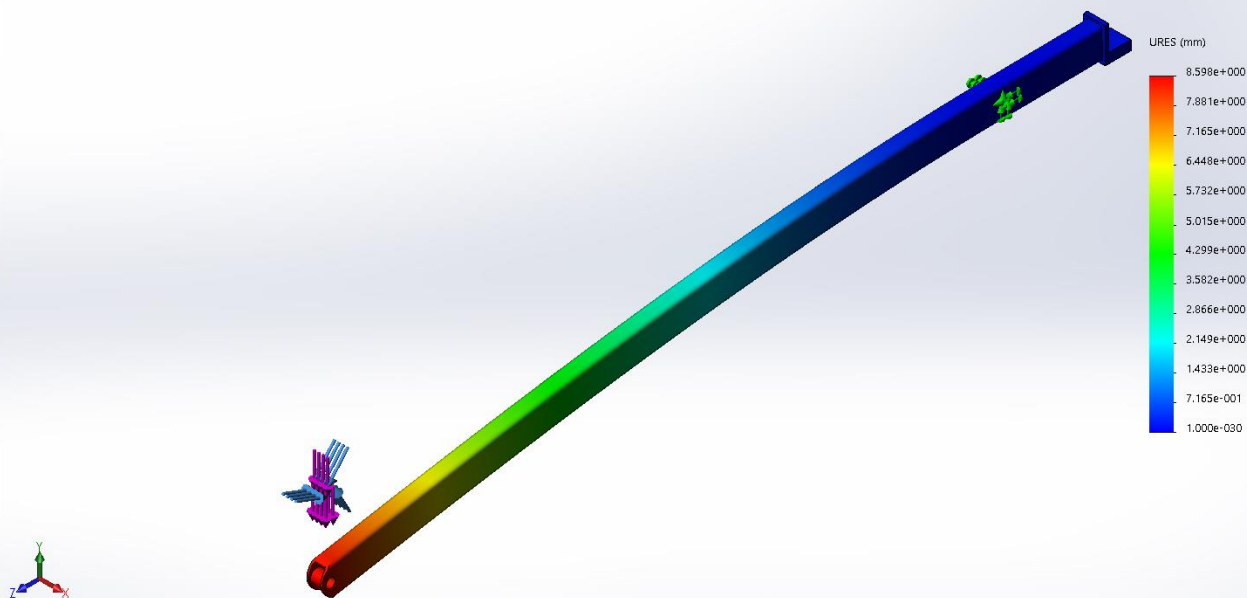
# Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	1.759e+000N/m^2 Nodo: 5649	1.580e+008N/m^2 Nodo: 27508



Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+000mm Nodo: 169	8.598e+000mm Nodo: 211

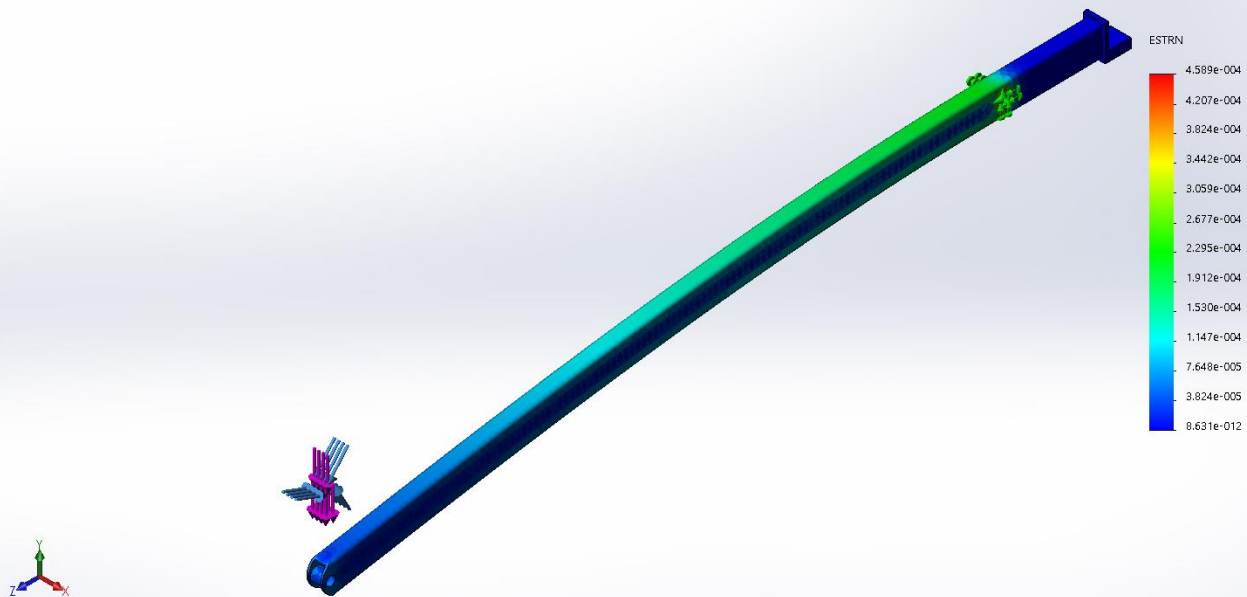
Nombre del modelo: Pluma  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Default<Como mecanizada>-)  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
 Escala de deformación: 24.0292



Pluma-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	8.631e-012 Elemento: 669	4.589e-004 Elemento: 14439

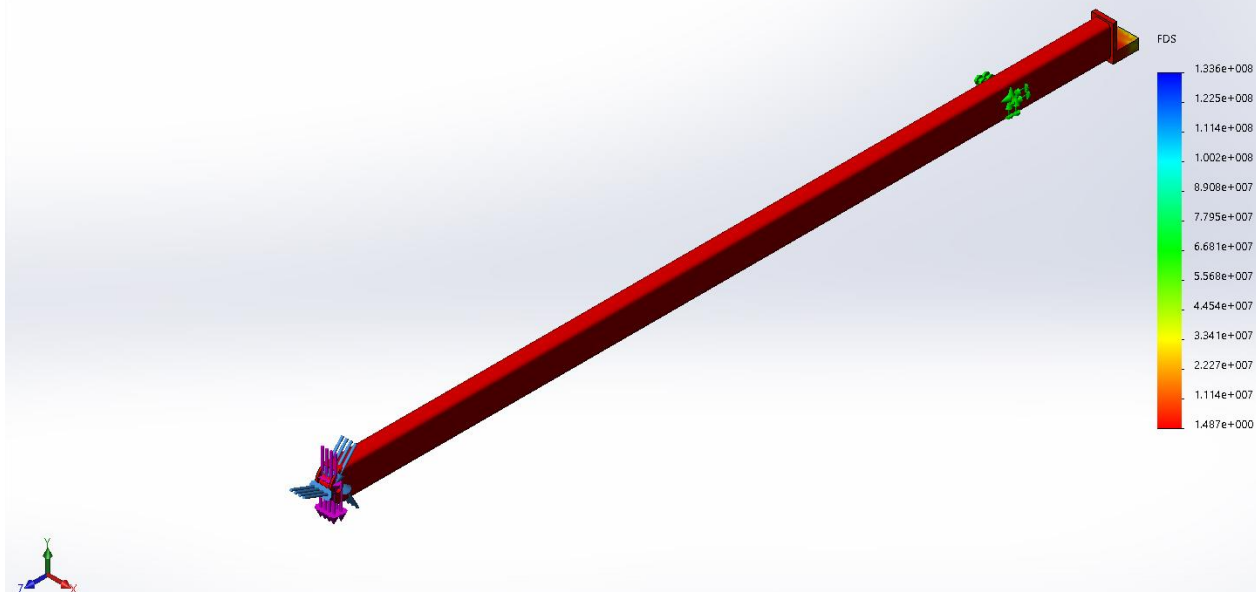
Nombre del modelo: Pluma  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Default<Como mecanizada>-)  
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1  
 Escala de deformación: 24.0292



Pluma-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	1.487e+000 Nodo: 27508	1.336e+008 Nodo: 5649

Nombre del modelo: Pluma  
Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Default<Como mecanizada>-)  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
Criterio: Automático  
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 1.5



Pluma-Análisis estático 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

## Conclusión



**Descripción**  
No hay datos

# Simulación de Brazo\_manipulador

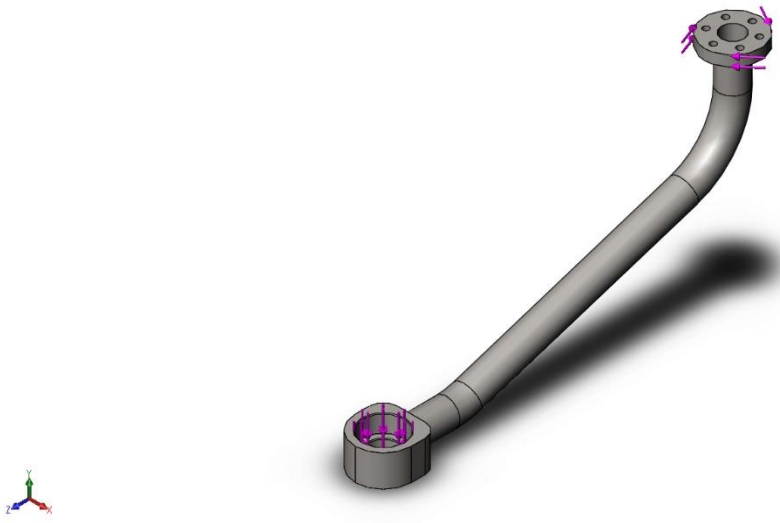

**Fecha:** martes, 14 de julio de 2020  
**Diseñador:** Solidworks  
**Nombre de estudio:** Análisis estático 1  
**Tipo de análisis:** Análisis estático

## Tabla de contenidos

Descripción .....	1
Suposiciones .....	2
Información de modelo .....	2
Propiedades de estudio .....	3
Unidades .....	3
Propiedades de material .....	4
Cargas y sujeciones.....	5
Definiciones de conector .....	5
Información de contacto .....	6
Información de malla .....	7
Detalles del sensor .....	8
Fuerzas resultantes.....	8
Vigas .....	9
Resultados del estudio .....	10
Conclusión .....	12

## Suposiciones

## Información de modelo

			
Nombre del modelo: Brazo_manipulador Configuración actual: Default			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
 Chaflán1	Sólido	Masa:3.6817 kg Volumen:0.000472013 m <sup>3</sup> Densidad:7800 kg/m <sup>3</sup> Peso:36.0807 N	C:\Users\ander\Desktop\u nibertsitatea\ingenieria grafica\GraficaPROIEKTUA \Brazo_manipulador.SLDP RT Dec 05 12:06:44 2018




## Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\ander\Desktop\unibertsitatea\ingenieria grafica\GraficaPROIEKTUA)

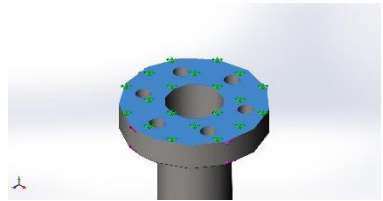
## Unidades

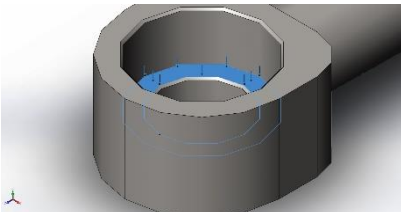
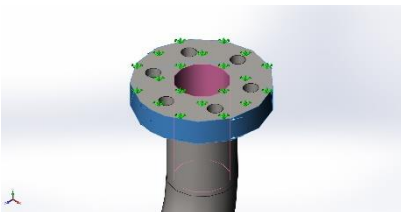
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m <sup>2</sup>

## Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p> <b>Nombre:</b> 1.0037 (S235JR)  <b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal  <b>Criterio de error predeterminado:</b> Desconocido  <b>Límite elástico:</b> 2.35e+008 N/m<sup>2</sup>  <b>Límite de tracción:</b> 3.6e+008 N/m<sup>2</sup>  <b>Módulo elástico:</b> 2.1e+011 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.28  <b>Densidad:</b> 7800 kg/m<sup>3</sup>  <b>Módulo cortante:</b> 7.9e+010 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficiente de dilatación térmica:</b> 1.1e-005 /Kelvin         </p>	<p>Sólido 1(Chaflán1)(Brazo_manipulador)</p>
Datos de curva:N/A		

## Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.00816488	399.958	0.0383492	399.958
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal <b>Valor:</b> 400 N		
Torsión-1		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Referencia:</b> Cara< 1 > <b>Tipo:</b> Aplicar momento torsor <b>Valor:</b> 300 N.m		

## Definiciones de conector

No hay datos

## Información de contacto

No hay datos

## Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	8.34056 mm
Tolerancia	0.417028 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

## Información de malla - Detalles

Número total de nodos	19255
Número total de elementos	10206
Cociente máximo de aspecto	10.493
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	92.3
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.0196
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:06
Nombre de computadora:	ANDER

Nombre del modelo: Brazo\_manipulador  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default-)  
 Tipo de malla: Malla sólida



## Detalles del sensor

No hay datos

## Fuerzas resultantes

### Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0.00816488	399.958	0.0383492	399.958

### Momentos de reacción

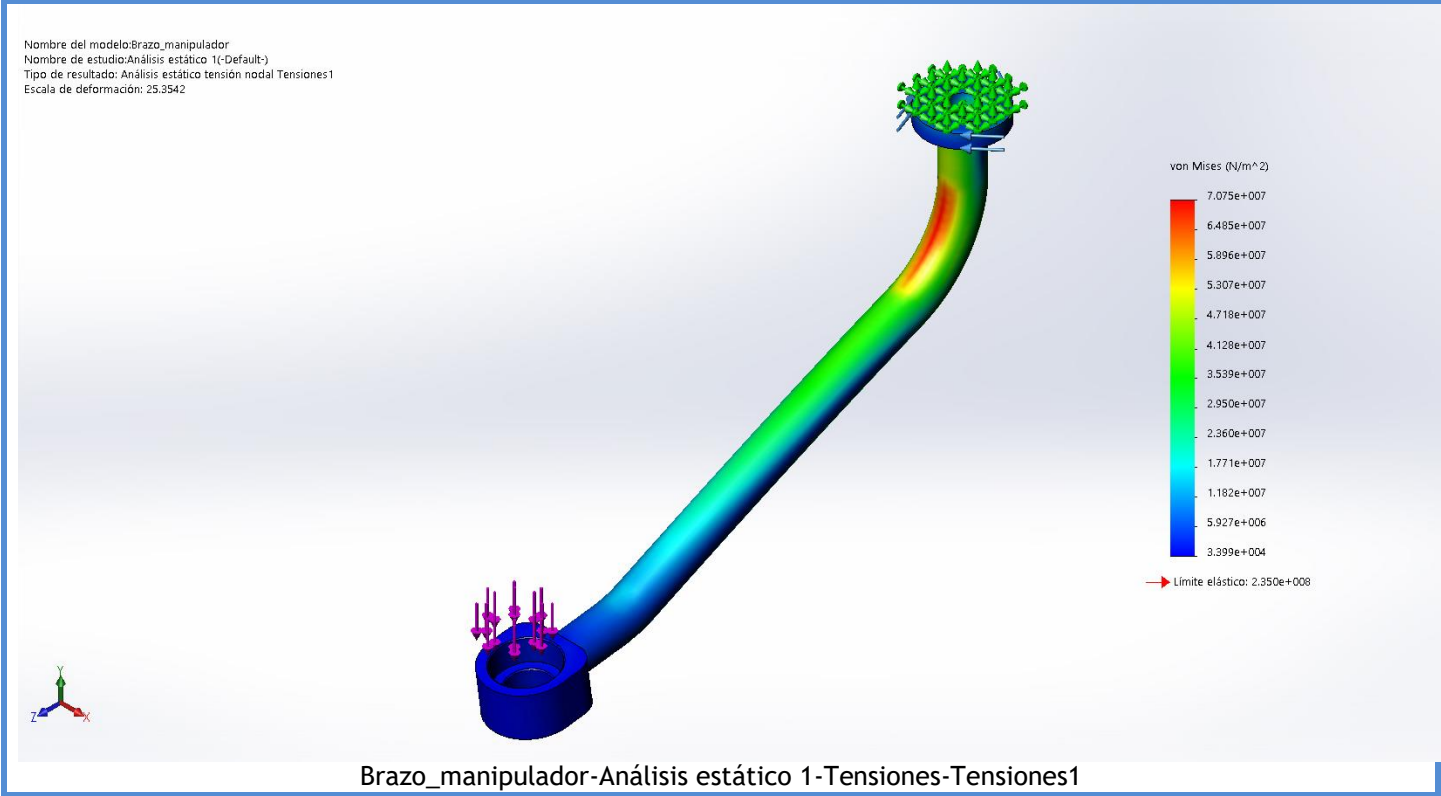
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

**Vigas**

No hay datos

Resultados del estudio

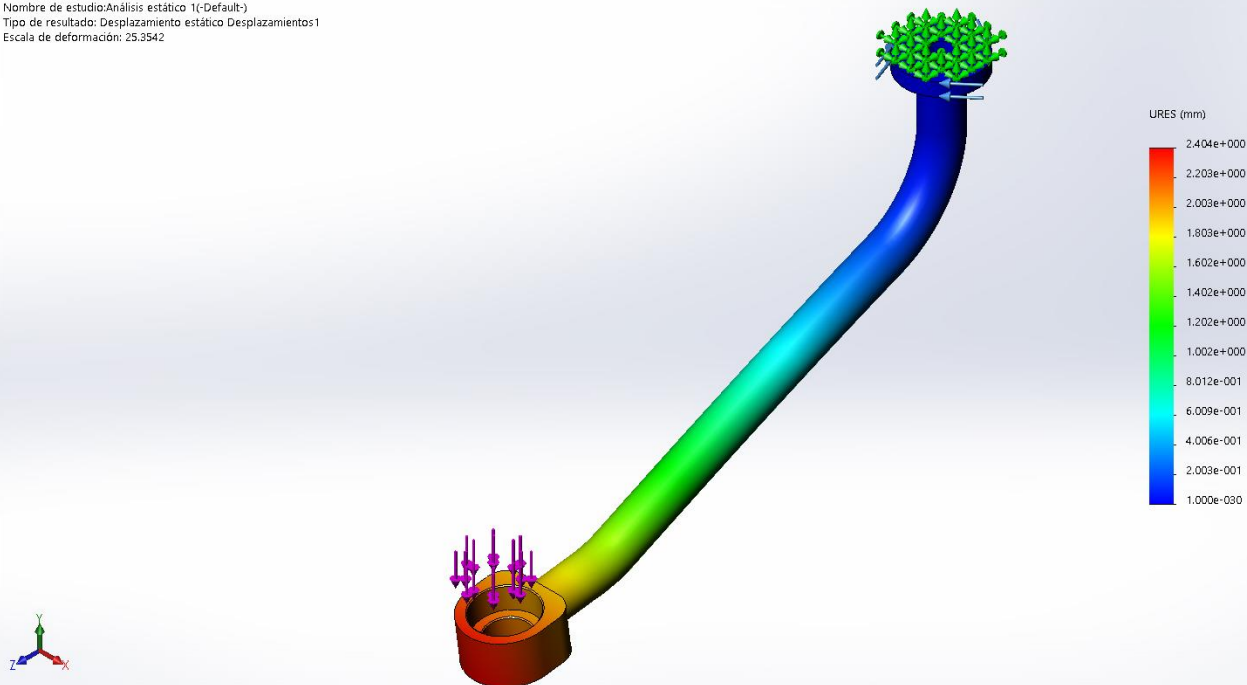
Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	3.399e+004N/m^2 Nodo: 2508	7.075e+007N/m^2 Nodo: 287



Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+000mm Nodo: 603	2.404e+000mm Nodo: 2515



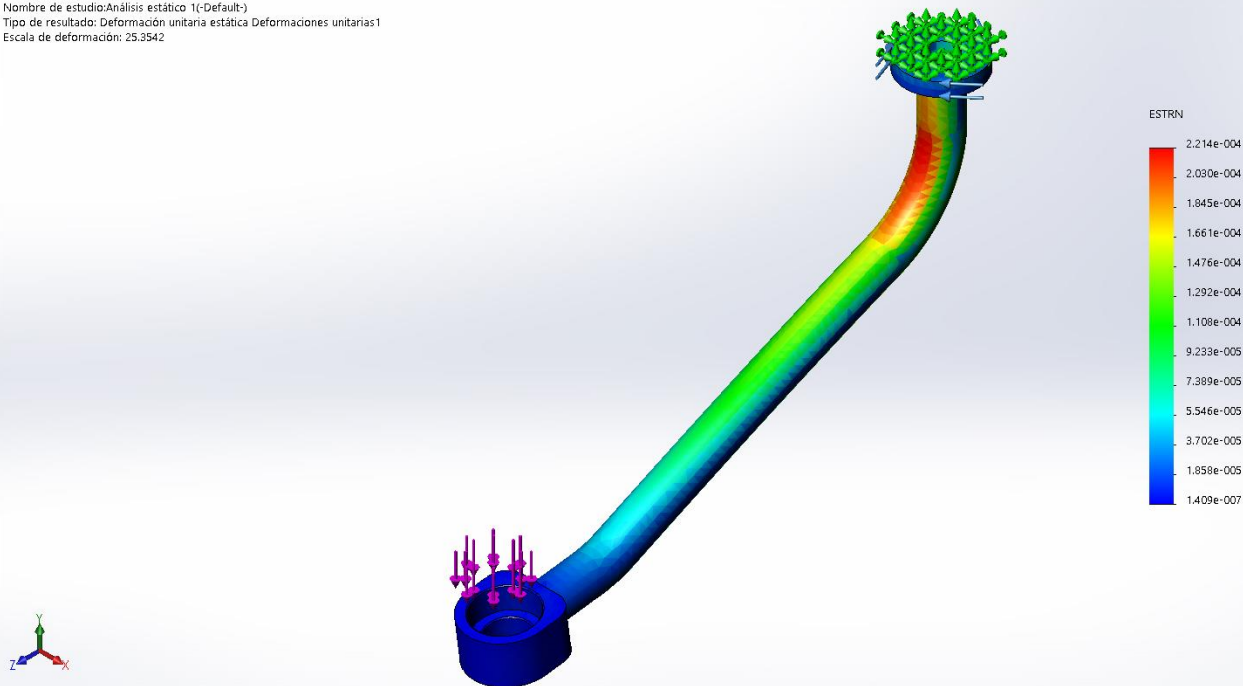
Nombre del modelo: Brazo\_manipulador  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default-)  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
 Escala de deformación: 25.3542



Brazo\_manipulador-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.409e-007 Elemento: 1465	2.214e-004 Elemento: 9252

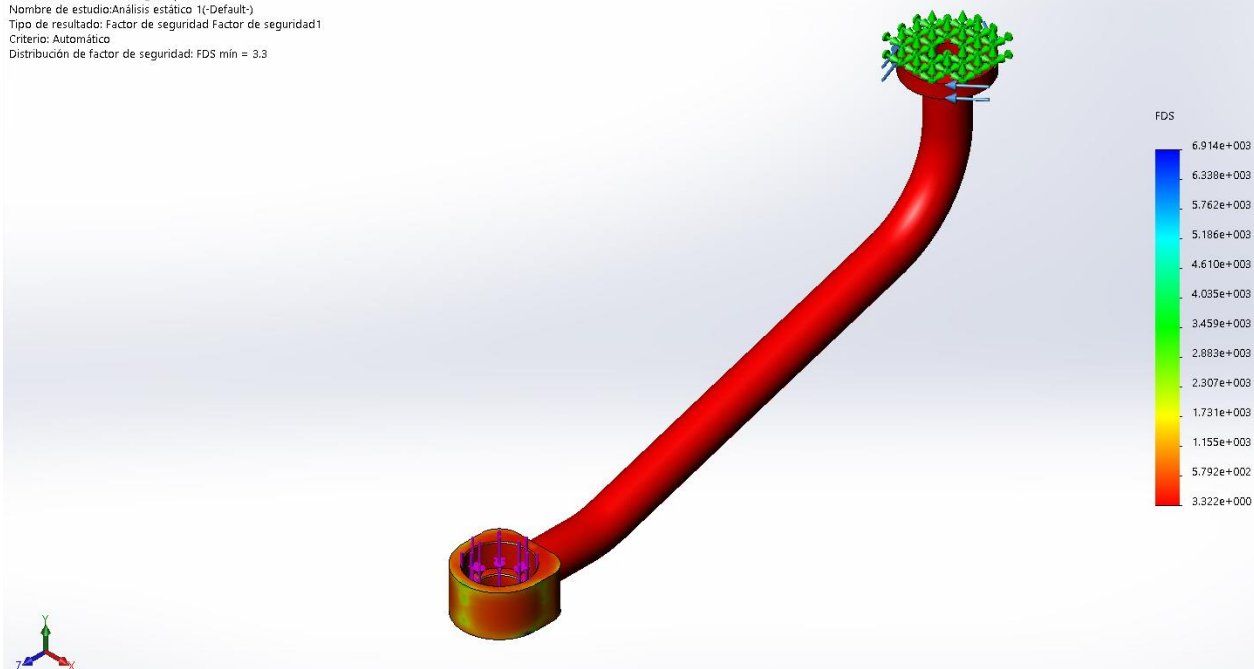
Nombre del modelo: Brazo\_manipulador  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default-)  
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1  
 Escala de deformación: 25.3542



Brazo\_manipulador-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Factor de seguridad1	Automático	3.322e+000 Nodo: 287	6.914e+003 Nodo: 2508

Nombre del modelo: Brazo\_manipulador  
Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Default-)  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
Criterio: Automático  
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 3.3



Brazo\_manipulador-Análisis estático 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

## Conclusión

# Simulación de Brida

Fecha: miércoles, 15 de julio de 2020

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Análisis estático 1

Tipo de análisis: Análisis estático

## Tabla de contenidos

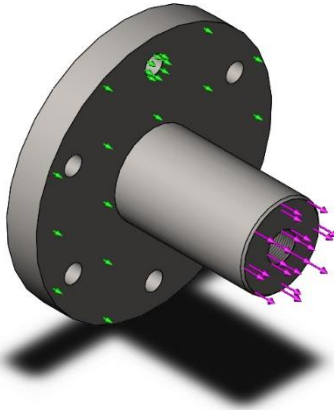
Descripción .....	1
Suposiciones .....	2
Información de modelo .....	2
Propiedades de estudio .....	3
Unidades .....	3
Propiedades de material .....	4
Cargas y sujeciones.....	5
Definiciones de conector .....	5
Información de contacto .....	5
Información de malla .....	6
Detalles del sensor .....	7
Fuerzas resultantes.....	7
Vigas .....	8
Resultados del estudio .....	9
Conclusión .....	11

## Descripción

No hay datos

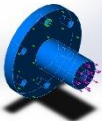
## Suposiciones

### Información de modelo



Nombre del modelo: Brida  
Configuración actual: Default

#### Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Chaflán1 	Sólido	Masa:1.87504 kg Volumen:0.000238859 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:18.3754 N	C:\Users\ander\Desktop\u nibertsitatea\ingenieria grafica\GraficaPROIEKTUA \Brida.SLDPRT Jul 14 13:09:14 2020

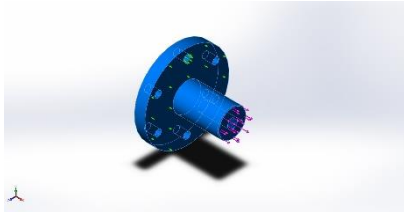
## Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\ander\Desktop\unibertsitatea\ingenieria grafica\GraficaPROIEKTUA)

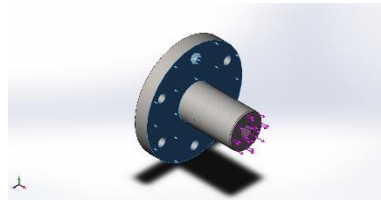
## Unidades

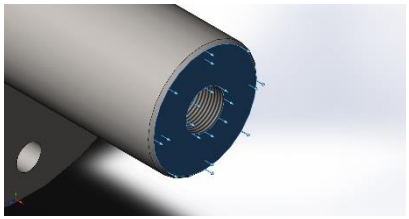
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m <sup>2</sup>

## Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p> <b>Nombre:</b> 1.0401 (C15)  <b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal  <b>Criterio de error predeterminado:</b> Desconocido  <b>Límite elástico:</b> 3.8e+008 N/m<sup>2</sup>  <b>Límite de tracción:</b> 5e+008 N/m<sup>2</sup>  <b>Módulo elástico:</b> 2.1e+011 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.28  <b>Densidad:</b> 7850 kg/m<sup>3</sup>  <b>Módulo cortante:</b> 7.9e+010 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficiente de dilatación térmica:</b> 1.1e-005 /Kelvin         </p>	Sólido 1(Chaflán1)(Brida)
Datos de curva:N/A		

## Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Rodillo/Control deslizante-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Rodillo/Control deslizante			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	-600	0	0	600	
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-2		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal <b>Valor:</b> -600 N		

## Definiciones de conector

No hay datos

## Información de contacto

No hay datos



## Información de malla

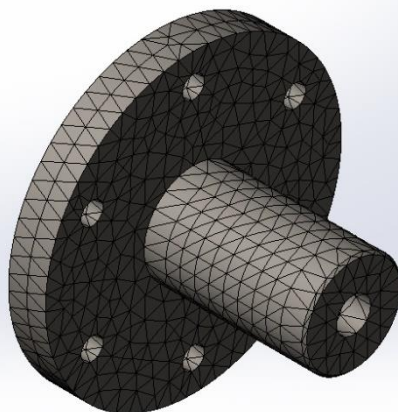
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	6.20632 mm
Tolerancia	0.310316 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

## Información de malla - Detalles

Número total de nodos	13489
Número total de elementos	8384
Cociente máximo de aspecto	5.1594
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	98.6
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:02
Nombre de computadora:	ANDER



Nombre del modelo: Brida  
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default-)  
Tipo de malla: Malla sólida



## Detalles del sensor

No hay datos

## Fuerzas resultantes

### Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-600	0	0	600

### Momentos de reacción

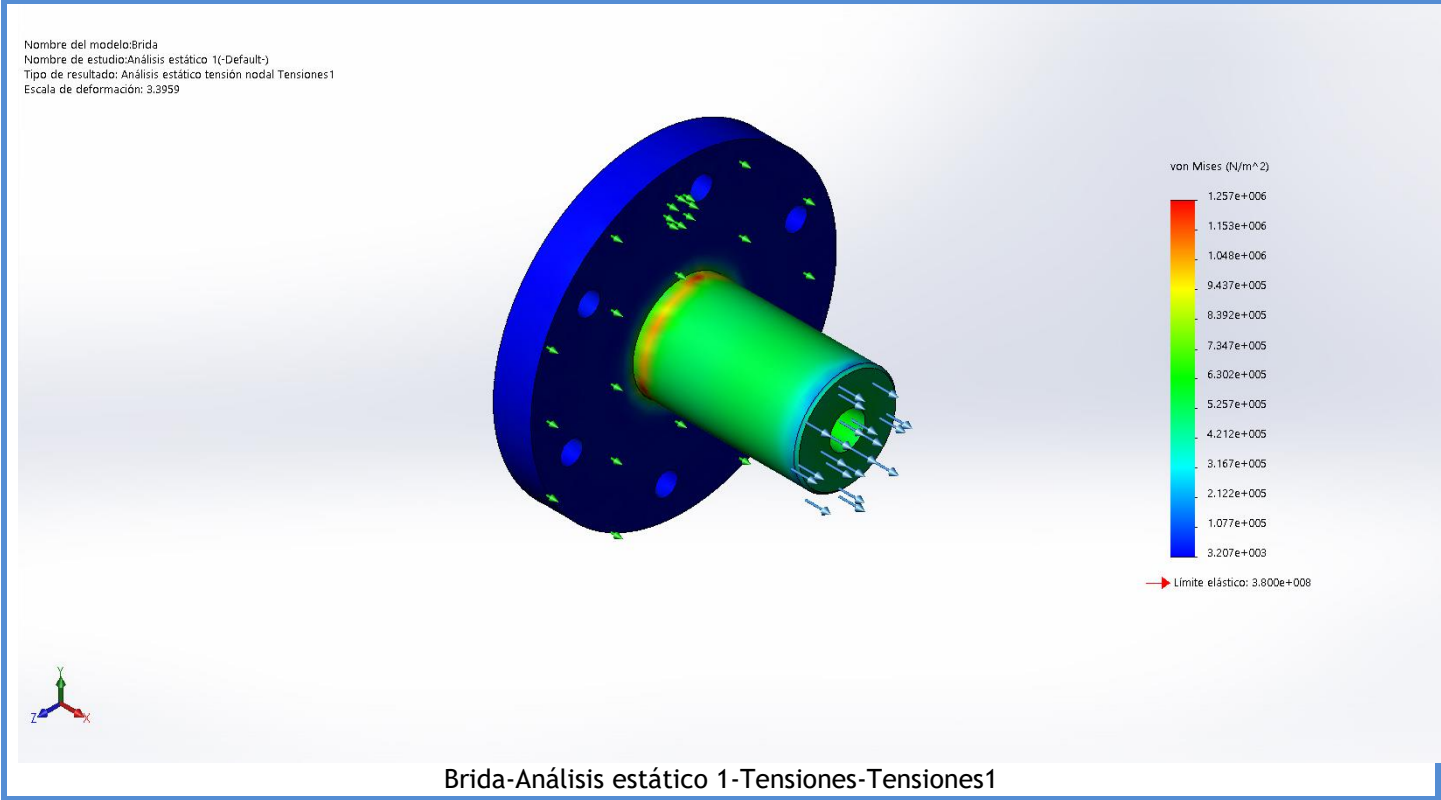
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

**Vigas**

No hay datos

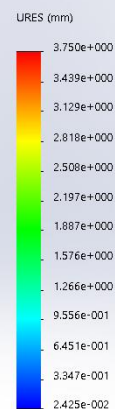
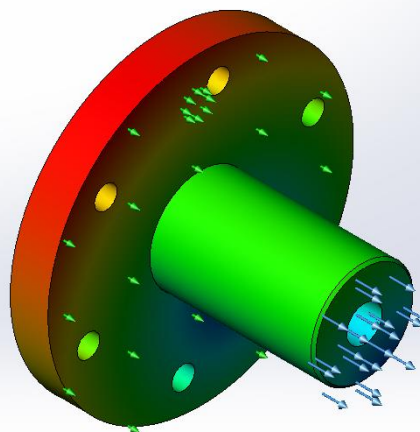
Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	3.207e+003N/m^2 Nodo: 10171	1.257e+006N/m^2 Nodo: 11930



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	2.425e-002mm Nodo: 7409	3.750e+000mm Nodo: 10212

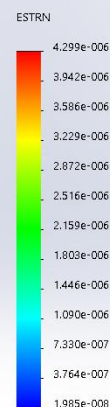
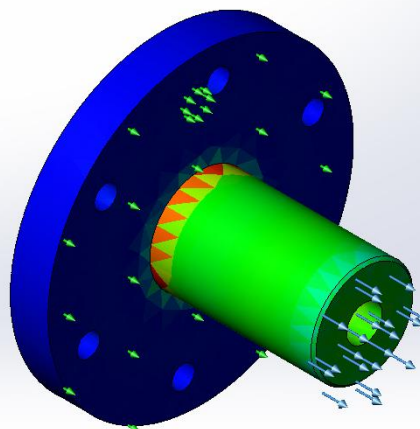
Nombre del modelo: Brida  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Default-)  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
 Escala de deformación: 3.3959



Brida-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.985e-008 Elemento: 8206	4.299e-006 Elemento: 7311

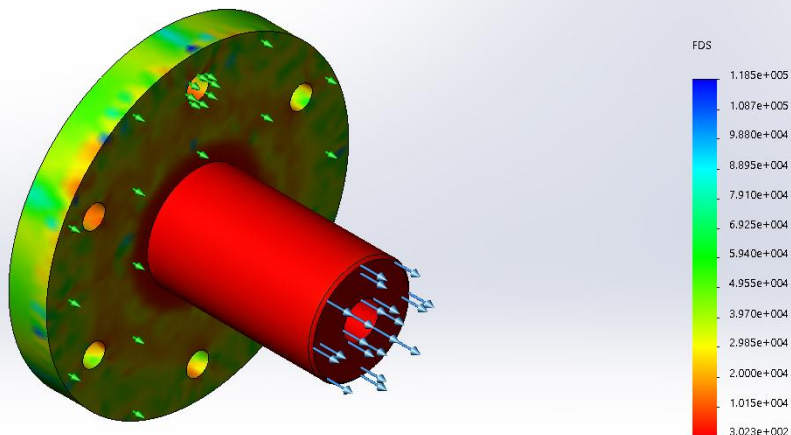
Nombre del modelo: Brida  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Default-)  
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1  
 Escala de deformación: 3.3959



Brida-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

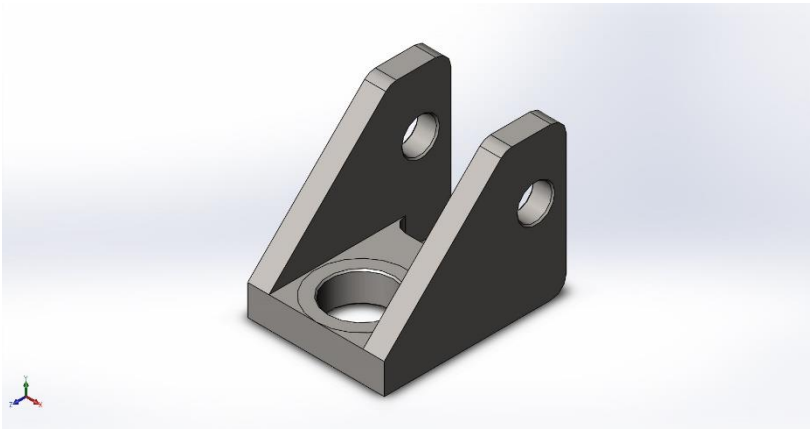
Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Factor de seguridad1	Automático	3.023e+002 Nodo: 11930	1.185e+005 Nodo: 10171

Nombre del modelo: Brida  
Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Default-)  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
Criterio: Automático  
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 3e+002



Brida-Análisis estático 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

## Conclusión



**Descripción**  
No hay datos

# Simulación de Soporte\_sistema

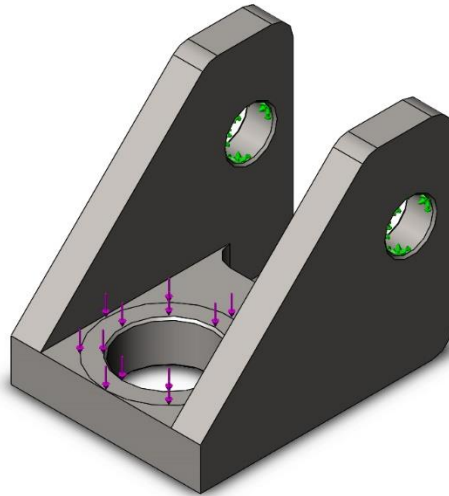
**Fecha:** martes, 14 de julio de 2020  
**Diseñador:** Solidworks  
**Nombre de estudio:** Análisis estático 1  
**Tipo de análisis:** Análisis estático

## Tabla de contenidos

Descripción .....	1
Suposiciones .....	2
Información de modelo .....	2
Propiedades de estudio .....	3
Unidades .....	3
Propiedades de material .....	4
Cargas y sujeciones.....	5
Definiciones de conector .....	5
Información de contacto .....	5
Información de malla .....	6
Detalles del sensor .....	7
Fuerzas resultantes.....	7
Vigas .....	8
Resultados del estudio .....	9
Conclusión .....	11

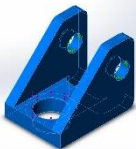
## Suposiciones

## Información de modelo



Nombre del modelo: Soporte\_sistema  
Configuración actual: Default

### Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Línea de partición1 	Sólido	Masa:2.39874 kg Volumen:0.000305571 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:23.5076 N	C:\Users\ander\Desktop\nibertsitatea\ingenieria grafica\GraficaPROIEKTUA\Soporte_sistema.SLDPRJ Jul 14 13:14:01 2020

## Propiedades de estudio

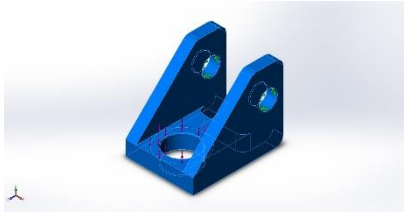
Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\ander\Desktop\unibertsitatea\ingenieria grafica\GraficaPROIEKTUA)

## Unidades

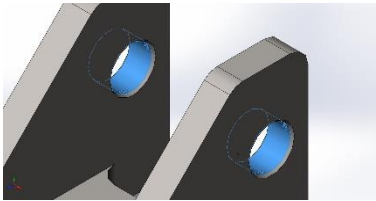
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m <sup>2</sup>



## Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p> <b>Nombre:</b> 1.0401 (C15)  <b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal  <b>Criterio de error predeterminado:</b> Desconocido  <b>Límite elástico:</b> 3.8e+008 N/m<sup>2</sup>  <b>Límite de tracción:</b> 5e+008 N/m<sup>2</sup>  <b>Módulo elástico:</b> 2.1e+011 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.28  <b>Densidad:</b> 7850 kg/m<sup>3</sup>  <b>Módulo cortante:</b> 7.9e+010 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficiente de dilatación térmica:</b> 1.1e-005 /Kelvin         </p>	<p>Sólido 1(Línea de partición1)(Soporte_sistema)</p>
Datos de curva:N/A		

## Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.0124036	599.994	-0.00346565	599.994
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal <b>Valor:</b> 600 N		

## Definiciones de conector

No hay datos

## Información de contacto

No hay datos

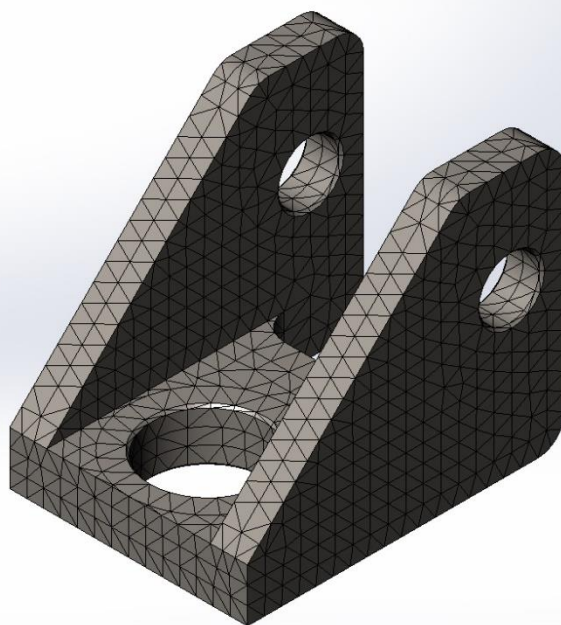
## Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	6.73733 mm
Tolerancia	0.336867 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

## Información de malla - Detalles

Número total de nodos	13748
Número total de elementos	8203
Cociente máximo de aspecto	11.122
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	95.4
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.0488
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:03
Nombre de computadora:	ANDER

Nombre del modelo: Soporte\_sistema  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default-)  
 Tipo de malla: Malla sólida



## Detalles del sensor

No hay datos

## Fuerzas resultantes

### Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0.0124036	599.994	-0.00346565	599.994

### Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

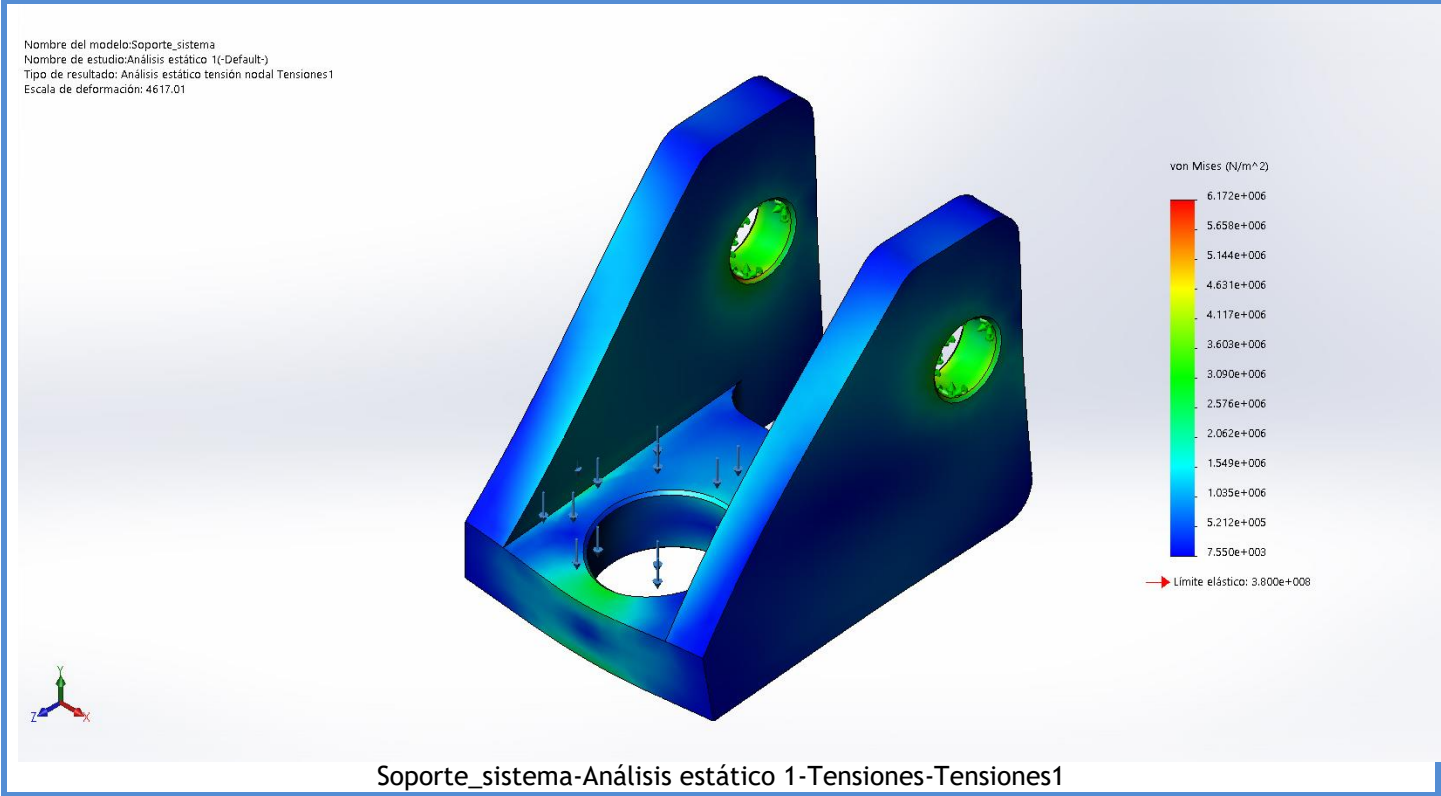


**Vigas**

No hay datos

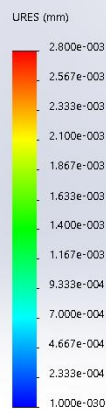
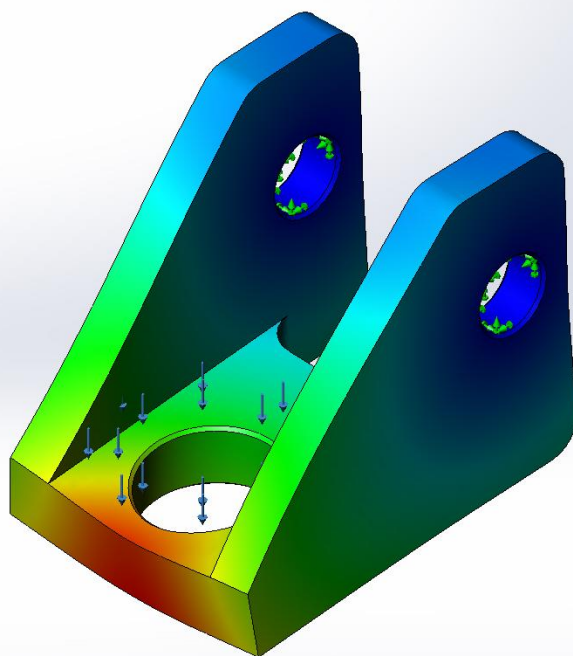
Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	7.550e+003N/m^2 Nodo: 9087	6.172e+006N/m^2 Nodo: 13206



Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+000mm Nodo: 63	2.800e-003mm Nodo: 520

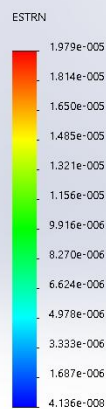
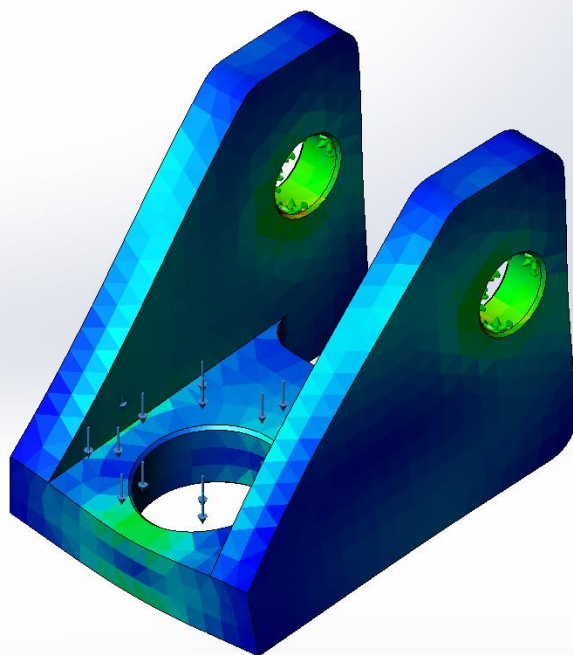
Nombre del modelo: Soporte\_sistema  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default-)  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
 Escala de deformación: 4617.01



Soporte\_sistema-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	4.136e-008 Elemento: 8009	1.979e-005 Elemento: 2176

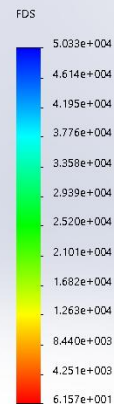
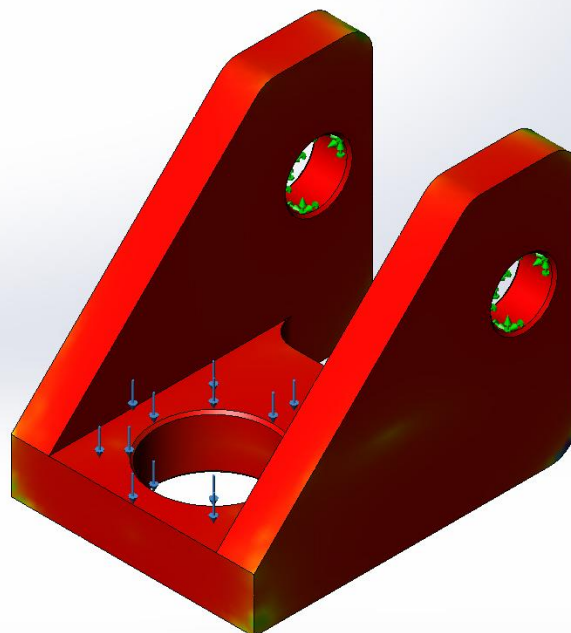
Nombre del modelo: Soporte\_sistema  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default-)  
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1  
 Escala de deformación: 4617.01



Soporte\_sistema-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Factor de seguridad1	Automático	6.157e+001 Nodo: 13206	5.033e+004 Nodo: 9087

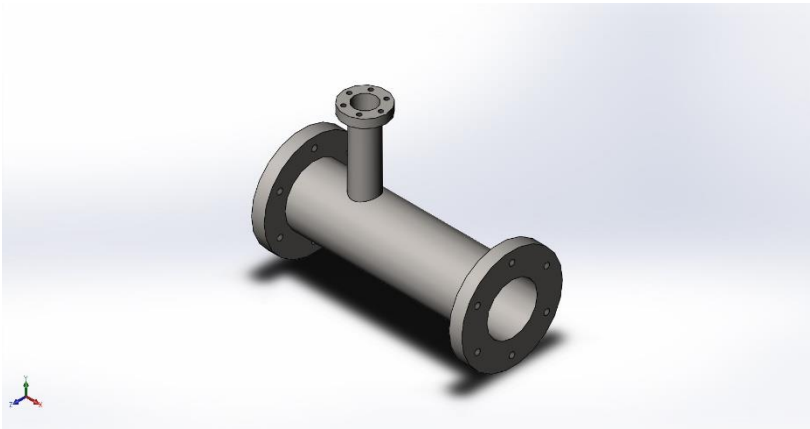
Nombre del modelo: Soporte\_sistema  
Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Default-)  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
Criterio: Automático  
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 62



Soporte\_sistema-Análisis estático 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

## Conclusión





**Descripción**  
No hay datos

# Simulación de Union\_garra

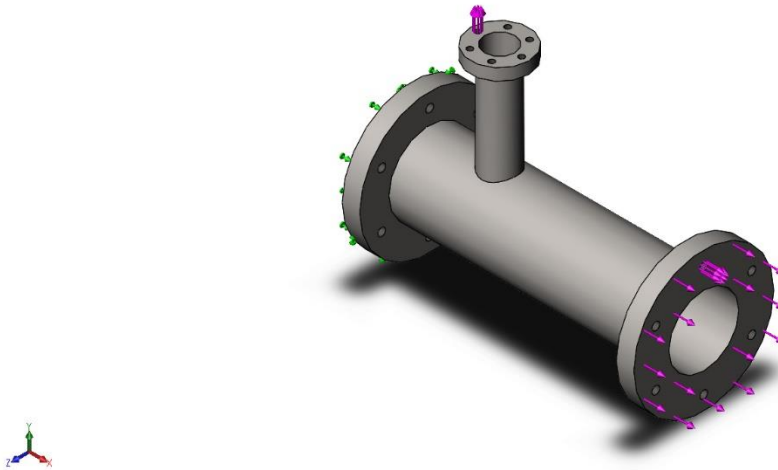
Fecha: martes, 14 de julio de 2020  
Diseñador: Solidworks  
Nombre de estudio: Análisis estático 1  
Tipo de análisis: Análisis estático

## Tabla de contenidos

Descripción .....	1
Suposiciones .....	2
Información de modelo .....	2
Propiedades de estudio .....	3
Unidades .....	3
Propiedades de material .....	4
Cargas y sujeciones.....	5
Definiciones de conector .....	5
Información de contacto .....	6
Información de malla .....	7
Detalles del sensor .....	8
Fuerzas resultantes.....	8
Vigas .....	9
Resultados del estudio .....	10
Conclusión .....	12


## Suposiciones

### Información de modelo



Nombre del modelo: Union\_garra  
Configuración actual: Default

#### Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Cortar-Extruir2 	Sólido	Masa:3.90401 kg Volumen:0.000497322 m <sup>3</sup> Densidad:7850.06 kg/m <sup>3</sup> Peso:38.2593 N	C:\Users\ander\Desktop\nibertsitatea\ingenieria grafica\GraficaPROIEKTUA\Union_garra.SLDPRTP Dec 05 11:57:04 2018


## Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\ander\Desktop\unibertsitatea\ingenieria grafica\GraficaPROIEKTUA)

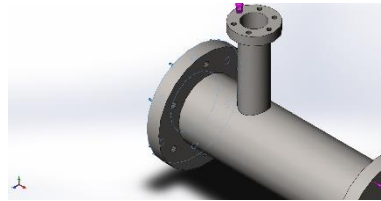
## Unidades

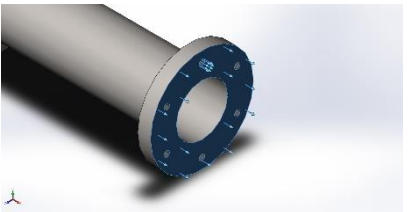
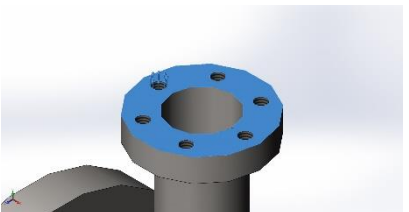
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m <sup>2</sup>

## Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p> <b>Nombre:</b> 1.0401 (C15)  <b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal  <b>Criterio de error predeterminado:</b> Desconocido  <b>Límite elástico:</b> 3.8e+008 N/m<sup>2</sup>  <b>Límite de tracción:</b> 5e+008 N/m<sup>2</sup>  <b>Módulo elástico:</b> 2.1e+011 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.28  <b>Densidad:</b> 7850 kg/m<sup>3</sup>  <b>Módulo cortante:</b> 7.9e+010 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficiente de dilatación térmica:</b> 1.1e-005 /Kelvin         </p>	Sólido 1(Cortar-Extruir2)(Union_garra)
Datos de curva:N/A		

## Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	-600.001	-89.9991	0.00217187	606.713	
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal <b>Valor:</b> -600 N		
Fuerza-2		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal <b>Valor:</b> -90 N		

## Definiciones de conector

No hay datos



## Información de contacto

No hay datos

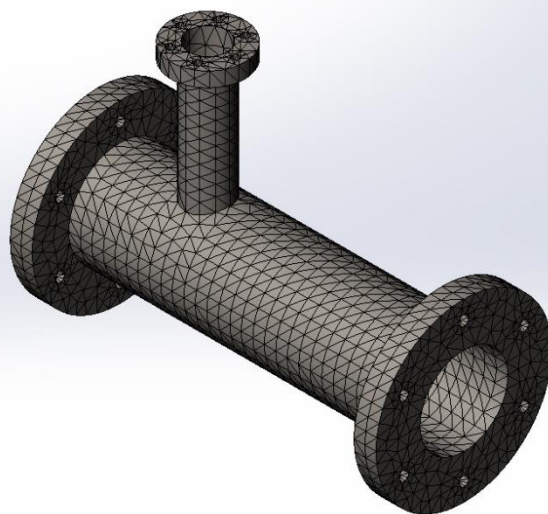
## Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	8.02368 mm
Tolerancia	0.401184 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

## Información de malla - Detalles

Número total de nodos	24112
Número total de elementos	13107
Cociente máximo de aspecto	8.3133
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	91.1
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:06
Nombre de computadora:	ANDER

Nombre del modelo: Union\_garra  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default-)  
 Tipo de malla: Malla sólida



## Detalles del sensor

No hay datos

## Fuerzas resultantes

### Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-600.001	-89.9991	0.00217187	606.713

### Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0



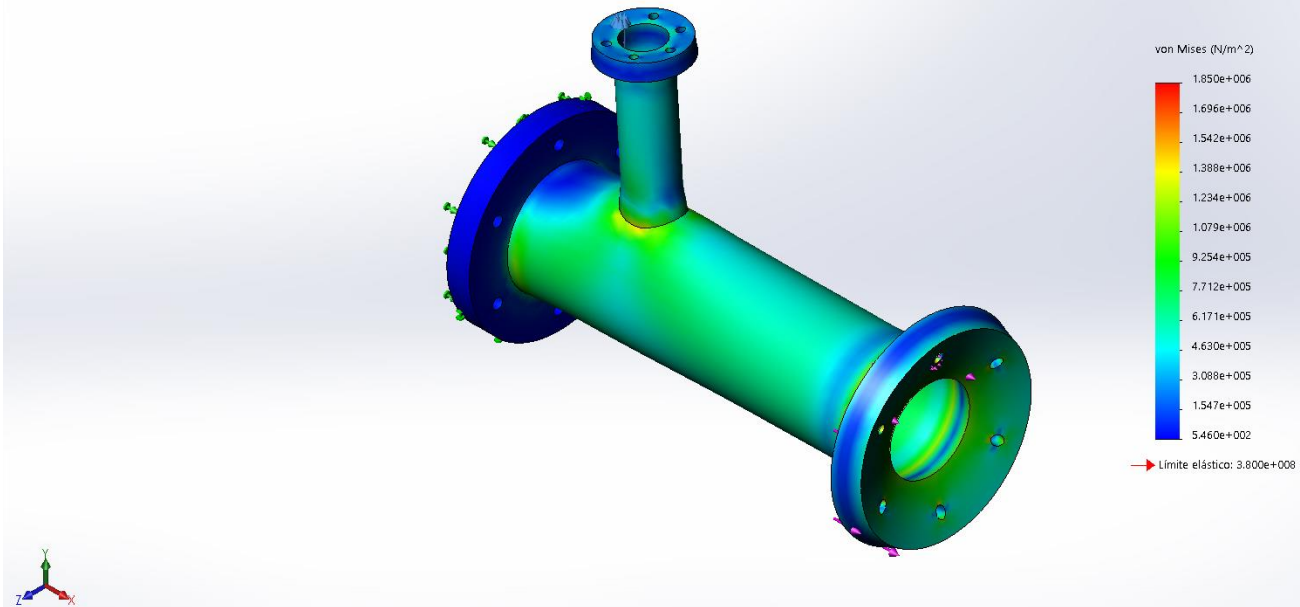
## Vigas

No hay datos

## Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	5.460e+002N/m <sup>2</sup> Nodo: 19621	1.850e+006N/m <sup>2</sup> Nodo: 10754

Nombre del modelo: Union\_garra  
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default-)  
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1  
Escala de deformación: 21546.4

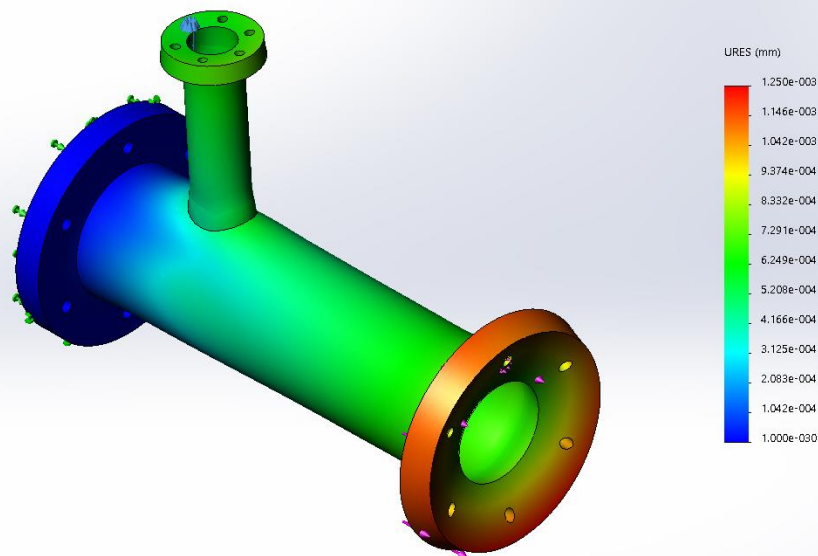


Union\_garra-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+000mm Nodo: 381	1.250e-003mm Nodo: 2332



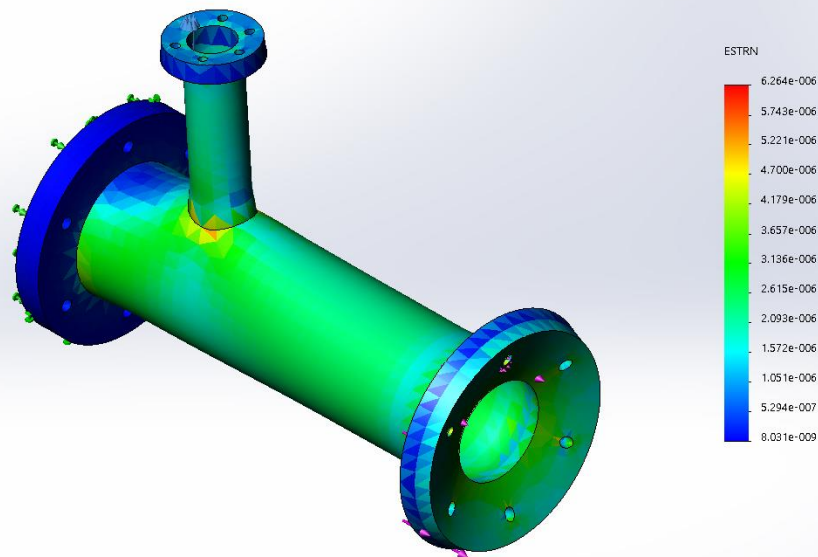
Nombre del modelo: Union\_garra  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default-)  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
 Escala de deformación: 21546.4



Union\_garra-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	8.031e-009 Elemento: 980	6.264e-006 Elemento: 10295

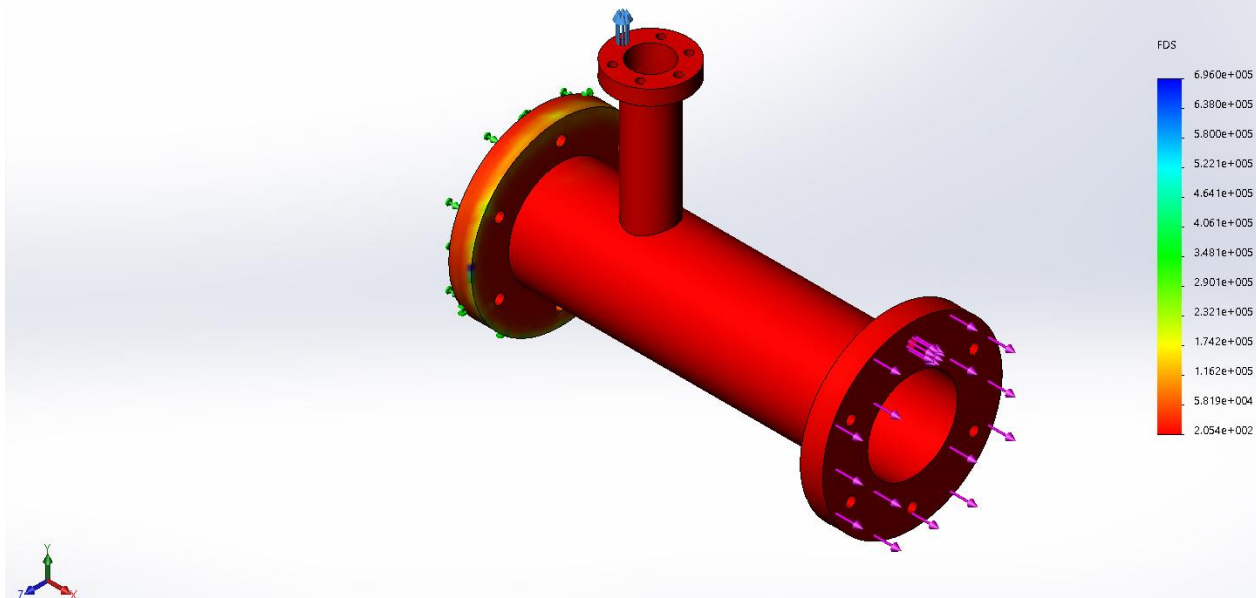
Nombre del modelo: Union\_garra  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default-)  
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1  
 Escala de deformación: 21546.4



Union\_garra-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

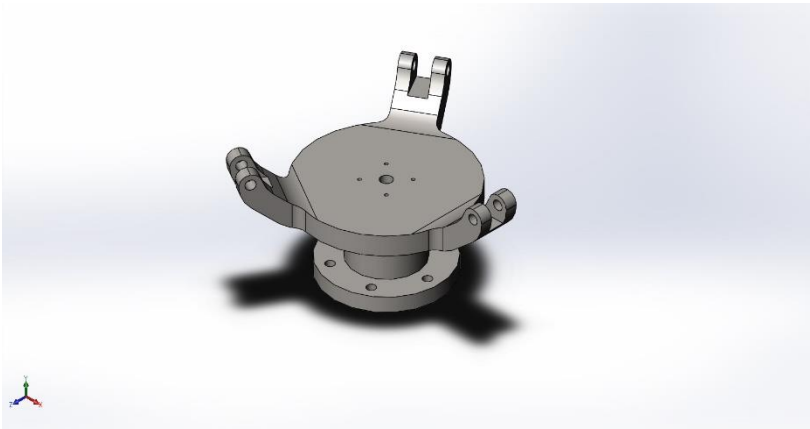
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	2.054e+002 Nodo: 10754	6.960e+005 Nodo: 19621

Nombre del modelo: Union\_garra  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default-)  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
 Criterio: Automático  
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 2.1e+002



Union\_garra-Análisis estático 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

## Conclusión



**Descripción**  
No hay datos

# Simulación de Soporte\_garra

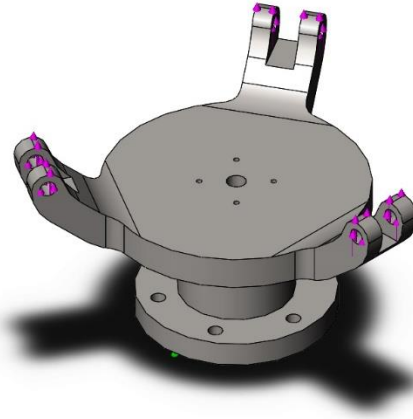
**Fecha:** martes, 14 de julio de 2020  
**Diseñador:** Solidworks  
**Nombre de estudio:** Análisis estático 1  
**Tipo de análisis:** Análisis estático

## Tabla de contenidos

Descripción .....	1
Suposiciones .....	2
Información de modelo .....	2
Propiedades de estudio .....	3
Unidades .....	3
Propiedades de material .....	4
Cargas y sujeciones.....	5
Definiciones de conector .....	5
Información de contacto .....	5
Información de malla .....	6
Detalles del sensor .....	7
Fuerzas resultantes.....	7
Vigas .....	8
Resultados del estudio .....	9
Conclusión .....	12


## Suposiciones

### Información de modelo



Nombre del modelo: Soporte\_garra  
Configuración actual: Default

#### Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Taladro de margen para M81 	Sólido	Masa:5.57623 kg Volumen:0.000710347 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:54.647 N	C:\Users\ander\Desktop\u nibertsitatea\ingenieria grafica\GraficaPROIEKTUA \Soporte_garra.SLDPRT Jul 14 14:41:48 2020

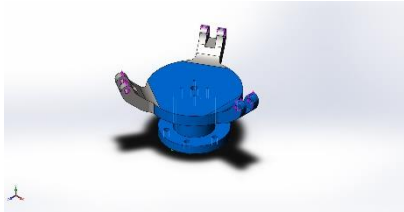
## Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\ander\Desktop\unibertsitatea\ingenieria grafica\GraficaPROIEKTUA)

## Unidades

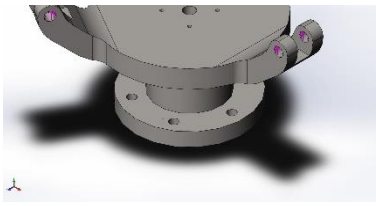
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m <sup>2</sup>

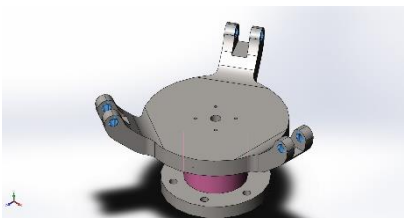
## Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p> <b>Nombre:</b> 1.0401 (C15)  <b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal  <b>Criterio de error predeterminado:</b> Desconocido  <b>Límite elástico:</b> 3.8e+008 N/m<sup>2</sup>  <b>Límite de tracción:</b> 5e+008 N/m<sup>2</sup>  <b>Módulo elástico:</b> 2.1e+011 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.28  <b>Densidad:</b> 7850 kg/m<sup>3</sup>  <b>Módulo cortante:</b> 7.9e+010 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficiente de dilatación térmica:</b> 1.1e-005 /Kelvin         </p>	Sólido 1(Taladro de margen para M81)(Soporte_garra)
Datos de curva:N/A		



## Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-2		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Tipo:</b> Geometría fija			
<b>Fuerzas resultantes</b>					
<b>Componentes</b>		<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Resultante</b>
<b>Fuerza de reacción(N)</b>		0.00957692	-2399.97	0.0113586	2399.97
<b>Momento de reacción(N.m)</b>		0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		<b>Entidades:</b> 6 cara(s) <b>Referencia:</b> Cara< 1 > <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza <b>Valores:</b> ---, ---, -400 N		

## Definiciones de conector

No hay datos

## Información de contacto

No hay datos



## Información de malla

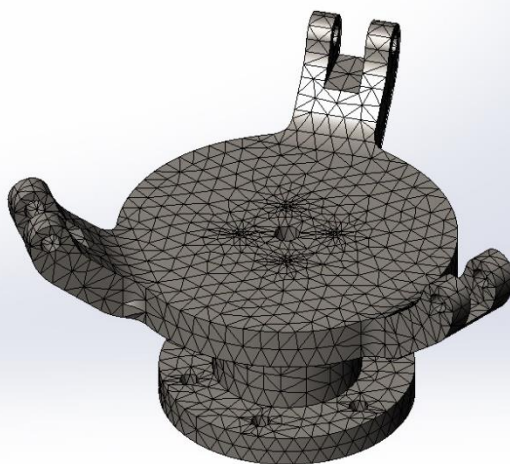
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	8.92747 mm
Tolerancia	0.446374 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

## Información de malla - Detalles

Número total de nodos	21392
Número total de elementos	12442
Cociente máximo de aspecto	7.6028
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	96.1
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:06
Nombre de computadora:	ANDER



Nombre del modelo: Soporte\_garra  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default-)  
 Tipo de malla: Malla sólida



## Detalles del sensor

No hay datos

## Fuerzas resultantes

### Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0.00957692	-2399.97	0.0113586	2399.97

### Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

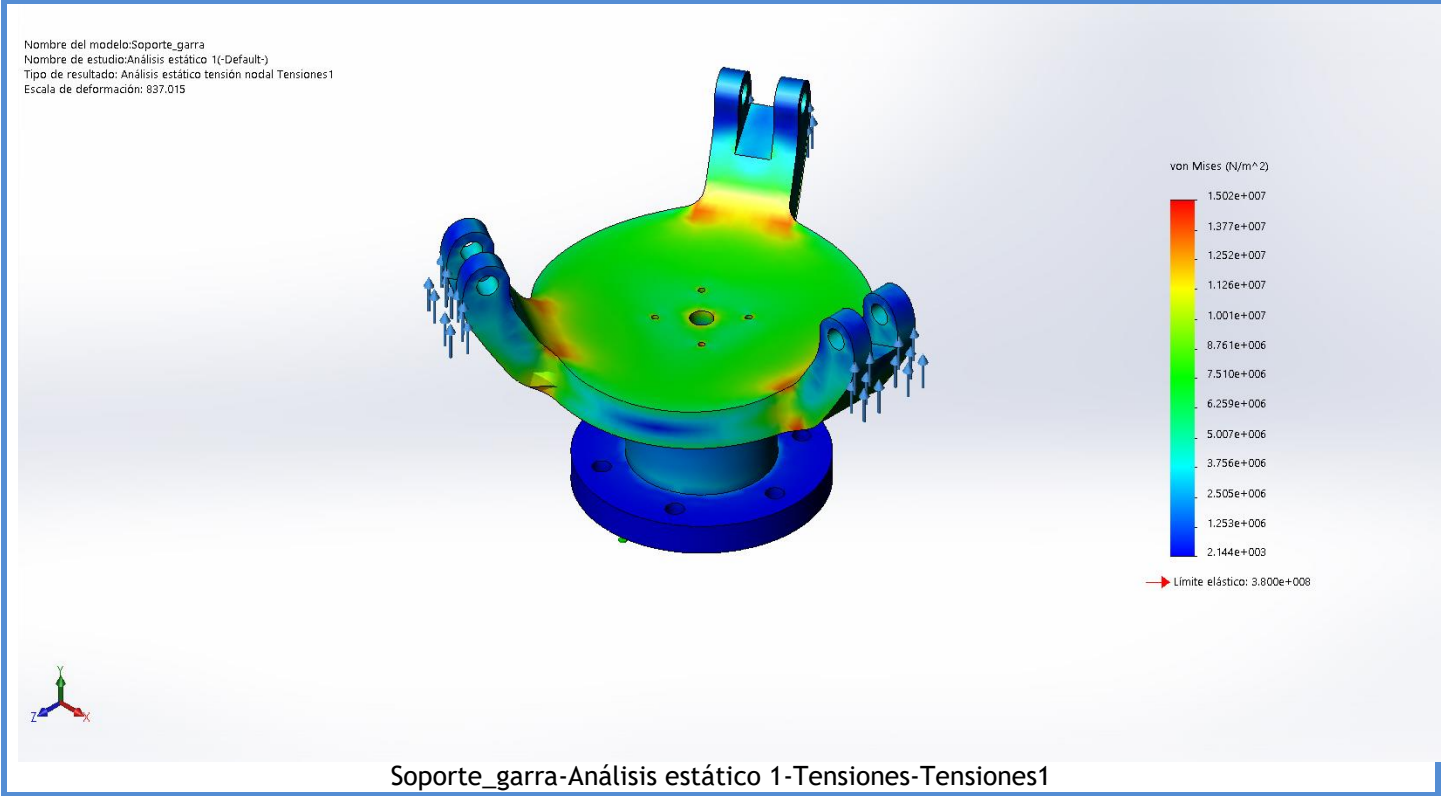


**Vigas**

No hay datos

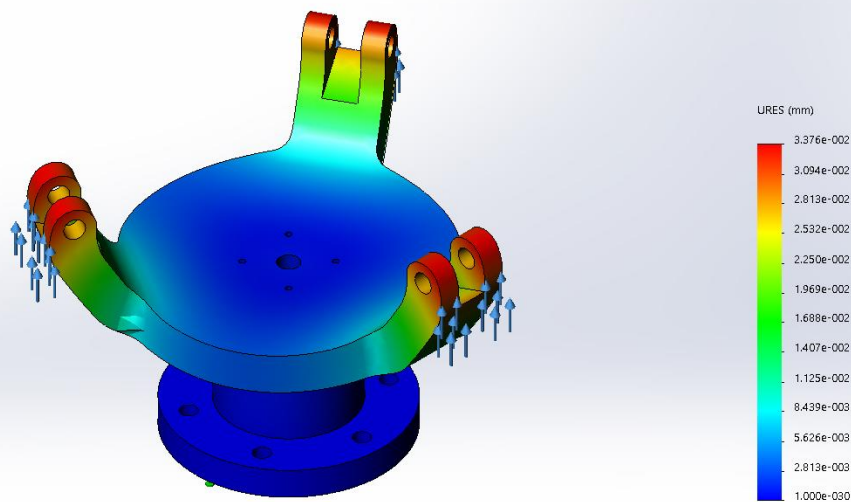
Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	2.144e+003N/m^2 Nodo: 2169	1.502e+007N/m^2 Nodo: 1981



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+000mm Nodo: 6	3.376e-002mm Nodo: 15124

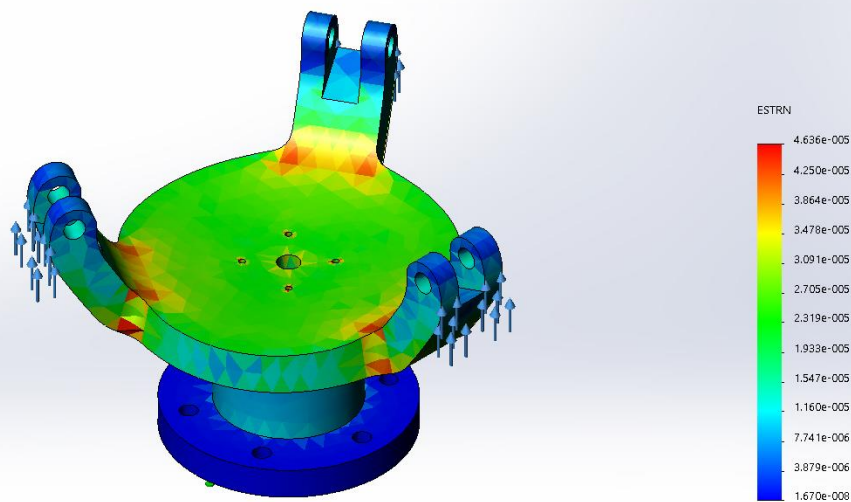
Nombre del modelo: Soporte\_garra  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default-)  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
 Escala de deformación: 837.015



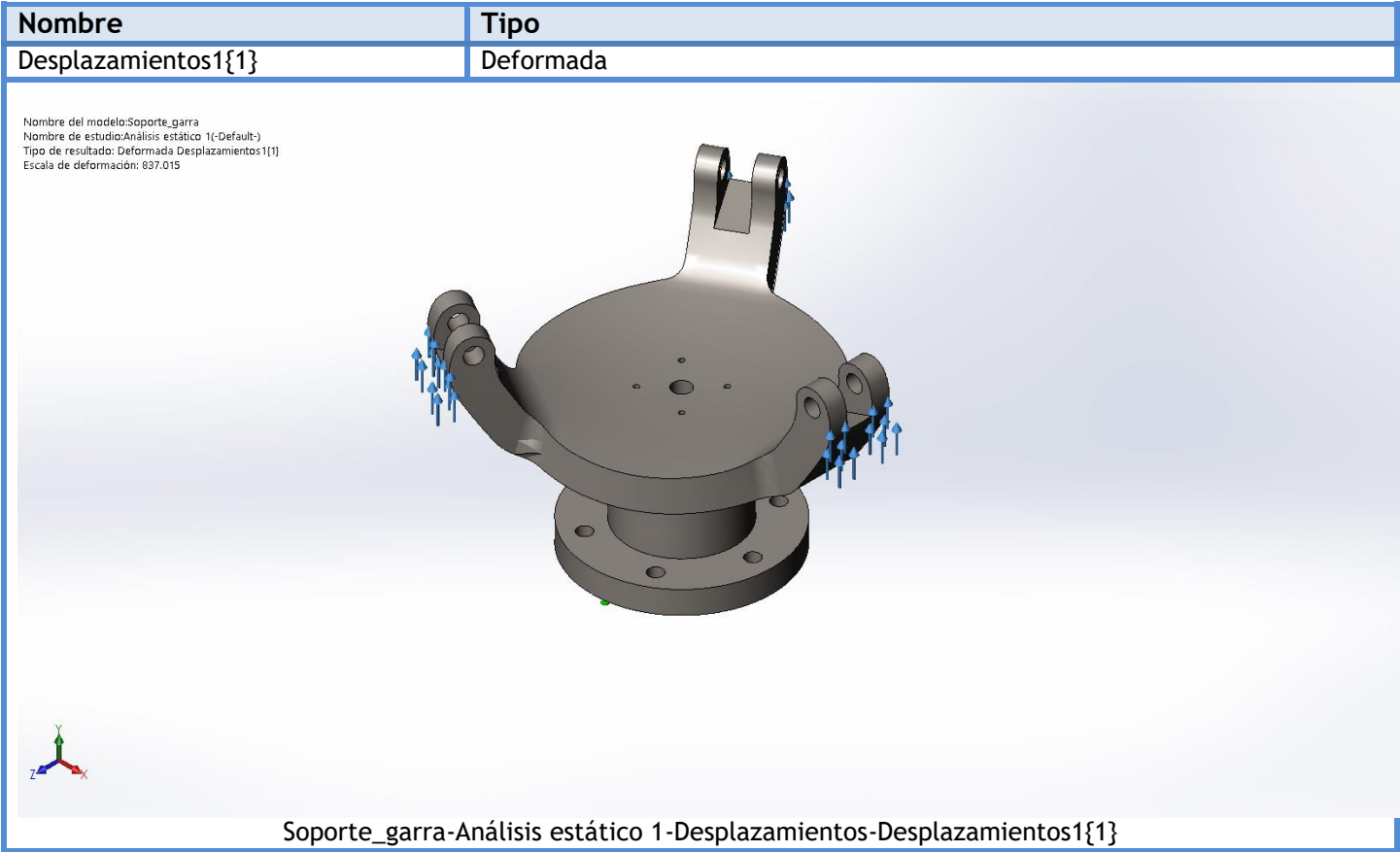
Soporte\_garra-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.670e-008 Elemento: 10055	4.636e-005 Elemento: 10586

Nombre del modelo: Soporte\_garra  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default-)  
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1  
 Escala de deformación: 837.015

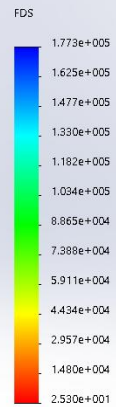
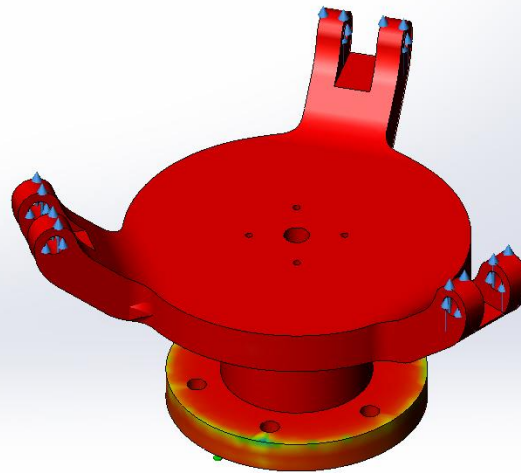


Soporte\_garra-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	2.530e+001 Nodo: 1981	1.773e+005 Nodo: 2169

Nombre del modelo: Soporte\_garra  
Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Default-)  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
Criterio: Automático  
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 25



Soporte\_garra-Análisis estático 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

## Conclusión





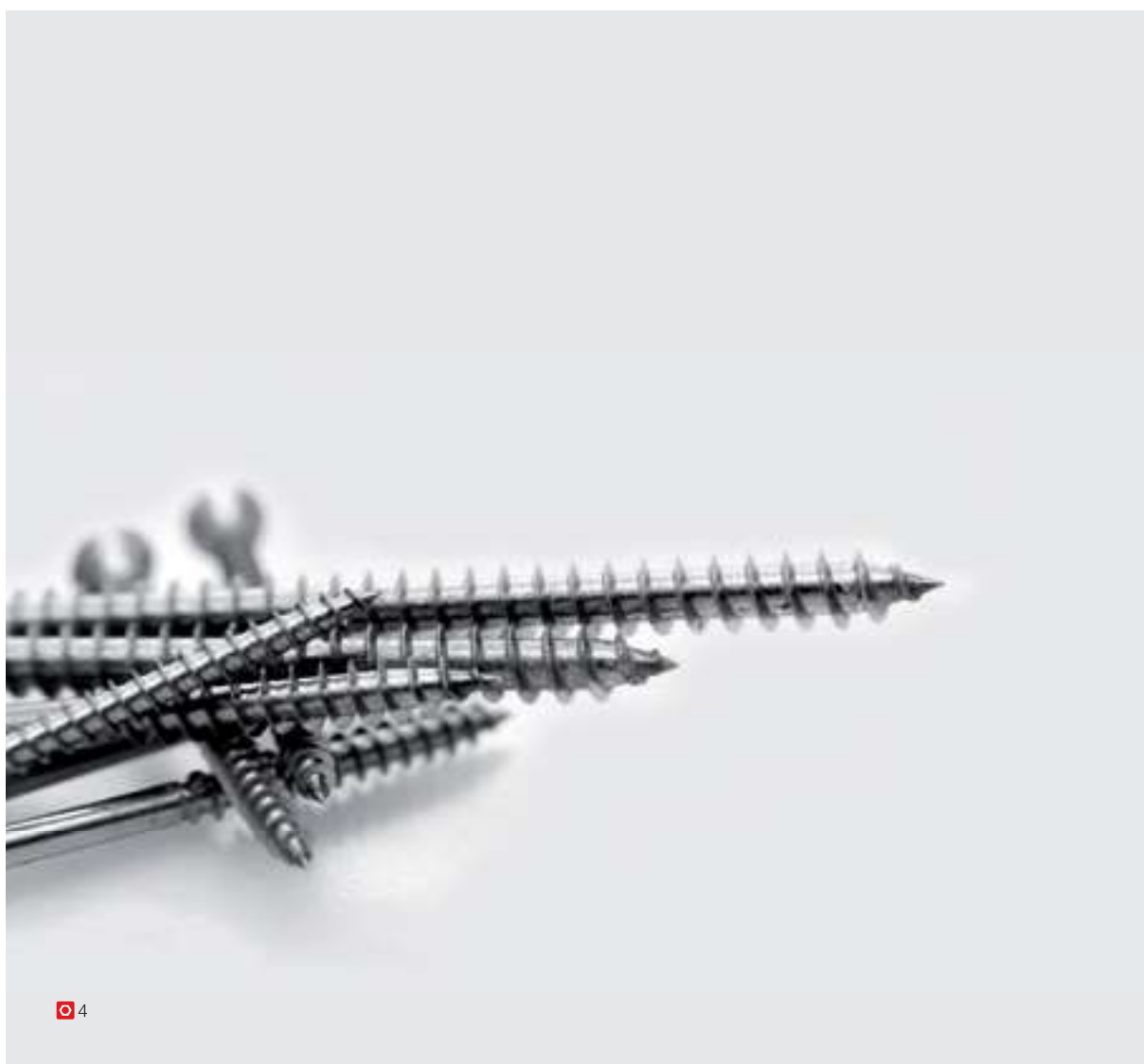
Catálogo de productos  
NORMALIZADOS

**50 AÑOS** EXPERIENCIA EN ACERO INOXIDABLE  
EXCELLENCE IN STAINLESS STEEL



# Índice

■ Información general	5
■ Índice por categorías	17
■ Buscador de tornillos WASI	39
■ Elementos de fijación según las normas DIN, ISO, WS	48
■ Racores de unión	374
■ Cables de acero, cadenas y accesorios	395
■ Manual técnico	433
■ Condiciones generales de venta	494
■ Notas informativas	497
■ Formulario de pedido	499


























Índice por categorías

**50 AÑOS** EXPERIENCIA EN ACERO INOXIDABLE  
EXCELLENCE IN STAINLESS STEEL

# Índice

## Tornillos - tornillos métricos

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
<b>Cabeza hexagonal</b>					
Cab. Hex. con rosca parcial	931	DIN EN ISO 4014		136-137	
Cab. Hex. con rosca parcial conforme AD2000-W2	931T	DIN EN ISO 4014		138	
Cab. Hex. con rosca parcial resistencia 80	931	DIN EN ISO 4014		139	
Cab. Hex. con rosca parcial sim. DIN 931	931	DIN EN ISO 4014		140	
Cab. Hex. con rosca completa	933	DIN EN ISO 4017		141-143	
Cab. Hex. con rosca completa conforme a AD2000-W2	933T	DIN EN ISO 4017		144	
Cab. Hex. con rosca completa con resistencia 80	933	DIN EN ISO 4017		145	
Cab. Hex. con rosca completa ranurado	933	DIN EN ISO 4017		146	
Cab. Hex. con rosca completa	933	DIN EN ISO 4017		147	
Cab. Hex. con rosca parcial y arandela estampada	6921	DIN EN 1665		213	
<b>Cabeza cilíndrica</b>					
Cab. cilíndrica ranurado	84	DIN EN ISO 1207		51	
Cab. cilíndrica ranurada y agujeros cruzado	404			73	
Cab. cilíndrica Allen	912	DIN EN ISO 4762		120-122	
Cab. cilíndrica Allen rosca completa	912 V0	DIN EN ISO 4762		123	
Cab. cilíndrica Allen conforme AD2000-W2	912T	DIN EN ISO 4762		124	
Cab. cilíndrica Allen resistencia 80	912	DIN EN ISO 4762		125	
Cab. cilíndrica Allen con cabeza baja y guía de llave	6912			212	
Cab. cilíndrica Allen con cabeza baja	7984			237	
Cab. cilíndrica con impronta Tx	912	ISO 14579		126	
Cab. cilíndrica con impronta Tx y cabeza baja	7984	ISO 14580		238	
Cab. cilíndrica Allen con dentado bajo cabeza	912		9455	348	

Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.






















## Tornillos - tornillos métricos

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
<b>Cabeza avellanada</b>					
Cab. avellanada ranurada	963	DIN EN ISO 2009		160	
Cab. avellanada con impronta cruzada H (Phillips)	965 H	DIN EN ISO 7046		162	
Cab. avellanada con impronta cruzada Z (Pozidrive)	965 Z	DIN EN ISO 7046		163	
Cab. avellanada Allen	7991	DIN EN ISO 10642		242	
Cab. avellanada Allen rosca completa	7991 V0			243	
Cab. avellanada con impronta TX similar DIN 7991	7991		9470	350	
Cab. avellanada con impronta TX similar DIN 965	965		9475	351	
Tornillo de seguridad con cabeza avellanada, impronta TX y PIN similar DIN 7991	7991		9482	356	
<b>Cabeza gota sebo</b>					
Cab. gota sebo ranurado	964	DIN EN ISO 2010		161	
Cab. gota sebo con impronta cruzada H (Phillips)	966 H	DIN EN ISO 7047		164	
Cab. gota sebo con impronta cruzada Z (Pozidrive)	966 Z	DIN EN ISO 7047		165	
<b>Cabeza alomada</b>					
Cab. alomada Allen		ISO 7380		217	
Cab. alomada con impronta cruzada H (Phillips)	7985 H	DIN EN ISO 7045		239	
Cab. alomada con impronta cruzada Z (Pozidrive)	7985 Z	DIN EN ISO 7045		240	
Cab. alomada ranurado (poelie)			9330	328	
Cab. alomada Allen para vallas			9332	329	
Cab. alomada Allen con arandela estampada			9335	330	
Cab. alomada con impronta TX similar DIN 7985	7985	DIN EN ISO 14583	9460	349	
Tornillo de seguridad cab. alomada con impronta TX y PIN similar ISO 7380			9480	355	
Tornillo Cab. alomada de un solo sentido (apriete)			9487	359	

Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.

# Índice













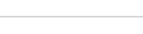






## Tornillos - tornillos métricos

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
<b>Cabeza cuadradillo</b>					
Tornillo cabeza cuadradillo	603	DIN ISO 8677		106	
Tornillo cabeza cuadradillo rosca entera	603V0	DIN ISO 8677		107	
<b>Cabeza plana</b>					
Tornillo alomado ranurado	85	DIN EN ISO 1580		52	
Tornillo moleteado forma alta	464			89	
Tornillo moleteado forma alta ranurado	465			90	
Tornillo moleteado forma baja	653			108	
Tornillo plano ancho ranurado	921			132	
Tornillo plano ancho ranurado con cuello	923			133	
<b>Cabeza martillo</b>					
Cab. martillo con cuadradillo	186			68	
Cab. martillo Tipo 40/22			9405	342	
Cab. martillo Tipo 38/17			9410	343	
Cab. martillo Tipo 28/15			9415	344	
Cab. martillo con cuadradillo Tipo 28/15			9416	345	
<b>Otras formas</b>					
Torn. mariposa forma Americana	sim. 316 AF			71	
Torn. mariposa forma Alemana	316 DF			72	
Torn. ojillo Forma B	444 B			86	
Torn. anilla	580		9580	104	
Torn. anilla fundición	580		9580	365	
Gancho rosca métrica			9448	347	
Abarcones	3570			198	
Abarcones m8			9440	346	

Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.













## Tornillos - tornillos métricos

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
<b>Tornillos sin cabeza, espárragos y pernos</b>					
Espárrago ranurado con punta biselada	427	DIN EN ISO 2342		74	
Espárrago doble rosca ≈ 1d	938			158	
Espárrago doble rosca ≈ 1,25d	939			159	
Espárragos ranurados punta plana	551	ISO 4766		99	
Espárragos ranurados punta cónica	553	ISO 7434		100	
Espárragos Allen punta plana	913	DIN EN ISO 4026		127	
Espárragos Allen punta cónica	914	DIN EN ISO 4027		128	
Espárragos Allen punta cilíndrica	915	DIN EN ISO 4028		129	
Espárragos Allen con punta con cono interno	916	DIN EN ISO 4029		130	
Espárrago para soldar	32501	ISO 13918		251	
<b>Varillas</b>					
Varillas roscadas 1m, 2m, 3m	976			166-167	
Varillas roscadas 3m en materiales 1.4462, 1.4529, 1.4539 y 1.4571	976			168	
Varillas roscadas rosca izquierda 1m	976			169	
Varillas roscadas rosca UNC 1m	976			170	
Varillas roscadas Forma B corte a medida	976 B			171-172	
<b>Tapones roscados</b>					
Tapones Allen con rosca métrica cónica	906 M			112	
Tapones Allen con rosca tubería cónica	906 R			113	
Tapones Allen con aro y rosca métrica cilíndrica	908 M			114	
Tapones Allen con aro rosca tubería cilíndrica	908 R			115	

Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.

# Índice

## Tornillos - tornillos métricos

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
<b>Tapones roscados</b>					
Tapones Allen con aro rosca tubería cilíndrica conforme AD2000 W2	908 T			116	
Tapon hexagonal con aro y rosca métrica cilíndrica	910 M			117	
Tapon hexagonal con aro y rosca tubo cilíndrica	910 R			118	
Tapon hexagonal con aro y rosca tubo cilíndrica conforme AD2000 W2	910 T			119	
<b>Tornillos de doble rosca</b>					
Doble rosca para madera y métrico con guía llave			9210	285-286	
Doble rosca para madera y métrico , con hexágono para llave			9211	287	
Doble rosca con hexágono, con 1xEPDM, 3x934, 3x125			9215	288	
Doble rosca con hexágono, con 1xEPDM, 3x9345			9216	289	
Doble rosca con hexágono, con 1xEPDM, 3x9345, 1x9021			9217	290	
Doble rosca con hexágono, con 1xEPDM, 3x934, 2x125, 1x9021			9219	292	

Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.

## Tornillos para madera y tirafondos

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
<b>Tornillos para madera y tirafondos</b>					
Tirafondo cab. gota sebo, ranurado	95			55	
Tirafondo cab. redonda, ranurado	96			56	
Tirafondo avellanado, ranurado	97			57	
Tirafondo cab. hexagonal	571			103	
Tirafondo cab. gota sebo con impronta Z (Pozidrive)	7995 Z			245	
Tirafondo cab. redonda, con impronta Z (Pozidrive)	7996 Z			246	
Tirafondo avellanado, con impronta Z (Pozidrive)	7997 Z			247	
Torn. aglomerado avellanado, rosca entera, con impronta Z (Pozidrive)			9100	252	
Torn. aglomerado avellanado, rosca parcial, con impronta Z (Pozidrive)			9105	253	
Torn. aglomerado cab. redonda, rosca entera, con impronta Z (Pozidrive)			9110	254	
Torn. aglomerado cab. redonda, rosca entera, con impronta TX			9112	255	
Torn. aglomerado cab. redonda, rosca parcial, con impronta TX			9117	256	
Torn. aglomerado gota sebo, rosca entera, con impronta Z (Pozidrive)			9120	257	
Torn. aglomerado avellanado, rosca entera, impronta TX			9130	258	
Torn. aglomerado avellanado, rosca parcial, impronta TX			9135	259	
Torn. aglomerado avellanado, cabeza fresadora, rosca parcial, punta de broca e impronta TX			9145	260	
Torn. aglomerado avellanado, cabeza fresadora, rosca parcial e impronta TX			9146	261	
Tirafondo con arandela EPDM Ø15mm e impronta Z (Pozidrive)			9170	268	
Tirafondo con arandela EPDM Ø15mm e impronta TX20			9171	269	
Tirafondo cobreado con arandela EPDM Ø15mm e impronta TX20			9172	270	

Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.

# Índice

## Tornillos para madera y tirafondos

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
<b>Tornillos para madera y tirafondos</b>					
Tirafondo con arandela EPDm Ø20mm, impronta Z (Pozidrive)			9173	271	
Tirafondo con arandela EPDm Ø20mm, impronta TX20			9174	272	
Tirafondo con arandela EPDm Ø20mm, impronta TX20, cobreado			9175	273	
Tirafondo con arandela EPDm Ø25mm, impronta Z (Pozidrive)			9176	274	
Tirafondo con arandela EPDm Ø25mm, impronta TX20			9177	275	
Tirafondo con arandela EPDm Ø20mm, impronta TX25, cobreado			9178	276	
Para tarimas cab. fresadora punta cortante, impronta TX			9800	367	
Para tarimas cab. fresadora rosca bajo cabeza, punta cortante, impronta TX			9820	368	
Cab. extraplana con homologación en inox 1.4016, TX			9810	369	
Cab. extraplana, rosca high-low impronta TX			9811	370	

## Tornillos rosca chapa

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
Autoperforante forma K con hexágono y arandela estampada	7504 K	DIN EN ISO 15480		218	
Autoperforante forma N cilíndrico impronta Phillips	7504 NH	DIN EN ISO 15481		219	
Autoperforante forma N cilíndrico impronta Pozidrive	7504 NZ	DIN EN ISO 15481		220	
Autoperforante forma P avellanado, impronta Phillips	7504 PH	DIN EN ISO 15482		221	
Autoperforante forma P avellanado, impronta Pozidrive	7504 PZ	DIN EN ISO 15482		222	
Rosca chapa cilíndrico ranurado	7971	DIN ISO 1481		224	
Rosca chapa avellanado ranurado	7972	DIN ISO 1482		225	
Rosca chapa gota sebo ranurado	7973	DIN ISO 1483		226	

Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.

## Índice















### Tornillos rosca chapa

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
<b>Tornillos rosca chapa</b>					
Rosca chapa hexagonal	7976	DIN ISO 1479		227	
Cab. cilíndrica con punta, impronta Phillips	7981 H	DIN ISO 7049		229	
Cab. cilíndrica sin punta, impronta Phillips	7981 F	DIN ISO 7049		230	
Cab. cilíndrica con punta, impronta Pozidrive	7981 Z	DIN ISO 7049		231	
Cab. avellanada con punta, impronta Phillips	7982 H	DIN ISO 7050		232	
Cab. avellanada con punta, impronta Phillips	7982 F	DIN ISO 7050		233	
Cab. avellanada con punta, impronta Pozidrive	7982 Z	DIN ISO 7050		234	
Cab. gota sebo con punta, impronta Phillips	7983 H	DIN ISO 7051		235	
Cab. gota sebo con punta, impronta Pozidrive	7983 Z	DIN ISO 7051		236	
Cabeza plana con impronta TX			9155	262	
Autoperforante hexagonal DIN 7504 con arandela EPDM Ø16mm	7504 K		9165	265	
Autoperforante cilíndrico DIN 7504, impronta TX	7504 N		9166	266	
Autoperforante avellanado DIN 7504, impronta TX	7504 P		9167	267	
Cab. cilíndrica Allen, DIN 912 con rosca chapa			9200	283	
Cab. cilíndrica TX, DIN 912 con rosca chapa			9201	284	
Cab. cilíndrica impronta Phillips con arandela de poliamida			9220	293	
Cab. hexagonal ranurado con arandela de poliamida			9230	294	
Cab. para tapón (envolvente) impronta Phillips sim. DIN 7981	7981		9235	295	
Cab. cilíndrica con impronta TX sim. DIN 7981	7981	DIN EN ISO 14585	9477	352	
Cab. gota sebo impronta TX sim. DIN 7982	7982	DIN EN ISO 14586	9478	353	
Cab. gota sebo impronta TX sim. DIN 7983	7983	DIN EN ISO 14587	9479	354	
Torn. seguridad cabeza gota de sebo impronta TX con PIN	7981		9485	357	
Torn. seguridad cabeza avellanada sim. DIN 7982 impronta TX con PIN	7982		9486	358	

Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.

























# Índice

## Tornillos para fachadas y plásticos

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
<b>Tornillos para fachadas y plásticos</b>					
Tornillo para fachadas con arandela EPDM Ø16mm tipo A			9180	277	
Tornillo para fachadas con arandela EPDM Ø19mm tipo A			9182	278	
Tornillo para fachadas con arandela EPDM Ø22mm tipo A			9184	279	
Tornillo para fachadas con arandela EPDM Ø16mm tipo BZ			9190	280	
Tornillo para fachadas con arandela EPDM Ø19mm tipo BZ			9192	281	
Tornillo para fachadas con arandela EPDM Ø22mm tipo BZ			9194	282	
<b>Tornillos rosca plástico</b>					
Tornillo cabeza cilíndrica para plástico			9160	263	
Tornillo cabeza avellanada para plástico			9162	264	
<b>Accesorios para tornillos y otros</b>					
Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
Tapones para tornillos cabeza envolvente			9236	296	
Puntas atornillar TX + PIN			9488	360	
Llave en „L“ TX+PIN			9489	361	
Abrazadera forma A inox W2	3017 Ø9			194	
Abrazadera forma A inox A4/A2 W4+ W5	3017 Ø9			195	
Abrazadera forma A inox W2	3017 Ø12			196	
Abrazadera forma A inox A4/A2 W4+ W5	3017 Ø12			197	

Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.

## Tuercas e insertos roscados

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
Tuerca mariposa forma americana	sim. 315 AF			69	
Tuerca mariposa forma alemana	315 DF			70	
Tuerca para tubo rosca gas forma B	431			75	
Tuerca hexagonal baja forma B con bisel	439	DIN EN ISO 4035		81	
Tuerca hexagonal baja paso fino forma B con bisel	439	DIN EN ISO 8675		82	
Tuerca hexagonal baja rosca izquierda forma B bisel	439			83	
Tuerca moleteada forma alta	466			91	
Tuerca moleteada forma baja	467			92	
Tuerca ranurada	546			97	
Tuerca 2 taladros ciegos	547			98	
Tuerca cuadrada	557			101	
Tuerca cuadrada baja	562			102	
Tuerca de anilla	582		9582	105	
Tuerca ciega hexagonal baja	917			131	
Tuerca cuadrada soldable	928			134	
Tuerca hexagonal soldable	929			135	
Tuerca hexagonal común	934	DIN EN ISO 4032		148	
Tuerca hexagonal según AD2000-W2	934	DIN EN ISO 4032		149	
Tuerca hexagonal paso fino	934	DIN EN ISO 8673		150	
Tuerca hexagonal rosca izquierda	934			151	
Tuerca hexagonal en pulgadas UNC	934			152	
Tuerca hexagonal resistencia A2-80	934	DIN EN ISO 4032		153	
Tuercas hexagonales en aleaciones especiales	934	DIN EN ISO 4032		154	
Tuerca hexagonal ISO	934	DIN EN ISO 4032		155	

Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.

# Índice

## Tuercas e insertos roscados









Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
Tuerca almenada	935			156	
Tuerca almenada baja	937	ISO 7038		157	
Tuerca autoblocante totalmente metálica	sim. 980	DIN EN ISO 7042		173	
Tuerca autoblocante alta inserto nylon	982	DIN EN ISO 7040		174	
Tuerca autoblocante baja inserto nylon	985	DIN EN ISO 10511		175	
Tuerca autoblocante baja paso fino inserto nylon	985			176	
Tuerca ciega hexagonal autoblocante totalmente metálico	986			177	
Tuerca ciega hexagonal alta	1587			190	
Tuerca cilíndrica ranurada rosca métrica	1804			191	
Tuerca hexagonal para uniones con cuello dilatación	2510			193	
Tuerca hexagonal alta 1,5d	6330			201	
Tuerca hexagonal alta 1,5d con collar	6331			202	
Tuerca hexagonal larga h=3xaltura	6334			203	
Tuerca seguridad	7967			223	
Empalme rosca interior versión cilíndrica			9290	315	
Empalme rosca interior versión hexagonal			9300	316	
Tuerca seguridad hexágono arrancable			9305	317	
Tuerca insertable			9310	318	
Tuerca encastrable			9312	319	
Tuerca soldable forma A			9320	325	
Tuerca soldable forma B			9323	326	

Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.
















## Índice

### Tuercas e insertos roscados

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
Tuerca soldable forma C			9326	327	
Torn. rosca interior cabeza gota sebo y ranurado			9340	331	
Tuerca hexagonal sim. DIN 6923 con collar dentado			9345	332	
Tuerca anilla fundición	582		9582	366	
Inserto ENSAT tipo 302 autocortante			9270	311	
Inserto helicoidal según DIN 8140	8140		9275	312	
Inserto autoblocante según DIN 8140	8140		9276	313	
Inserto materiales blandos tipo B	7965		9280	314	











### Arandelas

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
<b>Arandelas</b>					
Arandela plana forma A sin bisel	125 A	DIN EN ISO 7089		58	
Arandela plana forma B con bisel	125 B	DIN EN ISO 7089		59	
Arandela plana forma A de 1,4462, 1,4529, 1,4539 und 1,4571	125 A	DIN EN ISO 7089		60	
Arandela plana	125	ISO 7089		61	
Arandela para tornillos de cabeza cilíndrica	433	DIN EN ISO 7092		77	
Arandela en cuña para vigas en U	434			78	
Arandela en cuña para vigas en I	435			79	
Arandela cuadrada para construcciones en madera	436			80	
Arandela para construcciones en madera con agujero cilíndrico	440 R	DIN EN ISO 7094		84	
Arandela para construcciones en madera con agujero cuadrado	440 V			85	
Arandela de ajuste	988			178-180	
Arandela para construcciones de madera	1052			181	
Arandela para perno	1440	DIN EN 28738		182	

Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.









# Índice

## Arandelas

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
<b>Arandelas</b>					
Arandela asiento esférico	6319 C			199	
Arandela asiento cónico	6319 D			200	
Arandela para tornillos con pasadores elásticos	7349			216	
Arandela para construcciones metálicas	7989			241	
Arandela ancha diámetro exterior 3xdiámetro interior	9021	ISO 7092		248	
Arandela ancha diámetro exterior 3xdiámetro interior; material 1.4462, 1.4529, 1.4539 y 1.4571	9021	ISO 7092		249	
Arandela carroceros			9240	297	
Arandela según norma NFE 25-514 Z			9245	298	
Arandela según norma NFE 25-514 m			9246	299	
Arandela según norma NFE 25-514 L			9247	300	
Arandela según norma NFE 25-514 LL			9248	301	
Ovalillos macizos			9255	303	
Arandela EPDM			9260	304	
Arandela poliamida según DIN 125 forma A sin bisel	125		9500	363	
Arandela poliamida según DIN 9021	9021		9510	364	

Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.












## Elementos de seguridad

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
Arandela seguridad con pestaña	93			53	
Pasador de aleta	94	DIN EN ISO 1234		54	
Grower forma A abierta	127 A			62	
Grower forma B lisa	127 B			63	
Grower forma A abombada	128 A			64	
Grower forma B ondulada	128 B			65	
Arand. elástica forma A abombada	137 A			66	
Arandela elástica forma B ondulada	137 B			67	
Arandela seguridad pestaña ext.	432			76	
Arandela seguridad con pestaña interior para tuerca DIN 1804	462			87	
Arandela seguridad 2 pestañas	463			88	
Anillo seguridad exterior	471			93-94	
Anillo seguridad interior	472			95-96	
Anillos regulación+espárrago	705 G			111	
Arandela muelle	2093			192	
Arandela cónica elástica para uniones atornilladas	6796			204	
Arandela estriado exterior	6797 AZ			205	
Arandela estriado interior	6797 IZ			206	
Arandela dentado exterior	6798 AZ			207	
Arandela dentado interior	6798 IZ			208	
Arandela dentada cónica	6798 AZV			209	
Arandela seguridad ejes	6799			210	
Chavetas forma A (alta)	6885			211	
Grower para tornillo cilíndrico	7980			228	










Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.

# Índice

## Elementos de seguridad

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
Anilla eje forma A	7993 A			244	
Arandelas autoblocantes	25201			250	
Arand. EPDM para tornillo doble rosca			9218	291	
Arandela asegurada „S“			9250	302	
Arandela contacto NFE 25-511			9264	305	
Arandela estriada forma m - medio			9265	306	
Arandela estriada forma S - estrecha			9266	307	
Arandela estriada forma B - ancha			9267	308	
Arandela estriada forma Z - para tornillos cilíndricos			9268	309	
Arandela estriada para contactos eléctricos			9269	310	
Estrella seguridad para impronta TX			9495	362	

## Pasadores









Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
Pasador cónico	1	DIN EN 22339		48	
Pasador cilíndrico tol. m6	7	ISO 2338		49	
Pasador cilíndrico tol. m6	7	ISO 2338		50	
Pasador cilíndrico estriado	1471	DIN EN ISO 8744		183	
Pasador cónico estriado apert.	1472	DIN EN ISO 8745		184	
Pasador cilíndrico estriado	1473	DIN EN ISO 8740		185	
Pasador semi-estriado	1474	DIN EN ISO 8741		186	
Pasador cilíndrico estriado	1475	DIN EN ISO 8742		187	
Remache semiredondo estriado	1476	DIN EN ISO 8746		188	

Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.










## Pasadores

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
Pasador elástico versión pesada	1481	DIN EN ISO 8752		189	
Pasador elástico espiral	7343	DIN EN ISO 28750		215	

## Remaches y tuercas remachables

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
Remache macizo semi-redondo	660			109	
Remache macizo avellanado	661			110	
Remache ciego	7337	DIN EN ISO 15983		214	
Tuerca remachable avellanada pequeña			9314	320	
Tuerca remachable cabeza plana			9315	321	
Tuerca remachable cabeza avellanada			9316	322	
Tuerca remachable cabeza plana cuello hexagonal			9317	323	
Tuerca remachable avellanada pequeña cuello hexagonal			9318	324	

## Tacos y anclajes

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
Varilla para anclaje VA-A			9350	333	
Mortero anclaje ampolla VA-P			9360	334	
Mortero anclaje cartucho VM			9365	335	
Anclaje de espárrago B			9370	336	
Anclaje espárrago Z			9372	337	
Anclaje cargas pesadas SL			9375	338	
Anclaje casquillo E			9380	339	
Herramienta montaje casquillo E			9385	340	
Taco universal de polipropileno			9390	341	



















Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.

# Índice

## Tacos y anclajes


Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
Tornillo doble rosca para hormigón, homologados			9850	371	
Torn. cab. hexagonal para hormigón, homologados			9851	372	
Torn. cab. avellanada para hormigón, homologados			9852	373	

## Racores



















Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
Racor soldable	2982 A			374	
Racor empalmable roscado	2982 R			375	
Empalme entero	2986 G			376	
Medio empalme	2986 H			377	
Codo 90° rosca I/I			9601	378	
Codo 45° rosca I/I			9603	379	
Codo 90° rosca I/E			9604	380	
Racor en T			9607	381	
Empalme roscado junta plana rosca I/I			9611	382	
Empalme roscado junta plana rosca I/E			9611 A	383	
Empalme junta plana soldable en ambos lados			9611 S	384	
Empalme roscado junta cónica rosca I/I			9612	385	
Empalme roscado junta cónica rosca I/E			9612 A	386	
Empalme junta cónica soldable en ambos lados			9612 S	387	
Rácor reductor hexagonal rosca E/I			9625	388	
Tapón hexagonal roscado			9626	389	
Tapón hexagonal rosca cónica			9630	390	
Rácor empalme reductor			9635	391	

Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.

## Rácores

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
Rácor empalme manguera			9637	392	
Rácor hexag. doble rosca			9640	393	
Rácor reductor hexag. doble rosca			9641	394	












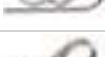
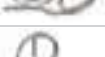





## Cable de acero, cadenas y accesorios

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
Tensor abierto horq./horq.			8021	395	
Cable acero 1x19, rígido			8035	396	
Cabe acero inox. 7x19, muy flexible			8036	397	
Cable acero inox. 7x7, flexible			8038	398	
Cadena eslabones cortos	766		8070	399	
Gancho en „S“ pulido			8160	400	
Gancho en „S“, asimétrico, pulido			8160 A	401	
Aros soldados, pulido			8229	402	
Tensor tubular, soldado			8245	403	
Tensor tubular, torneado			8245	404	
Tensor forma A	1480		8246	405	
Tensor forma B	1480		8246	406	
Tensor forma C	1480		8246	407	
Guardacabos	6899		8247	408	
Sujetacables	741		8248	409	
Mosquetón			8249	410	
Mosquetón con ojillo			8250	411	
Cierre rápido para cadena			8253	412	

Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.

# Índice

## Cable de acero inox, cadenas y accesorios

Descripción	DIN	ISO / DIN EN / DIN EN ISO	WS	Página	Imagen
Grillete recto			8258	413	
Tornillo de ojo rosca métrica			8267	414	
Tornillo de ojo rosca madera			8268	415	
Tensor soldado			8275	416	
Tensor torneado			8275	417	
Cadena inox. eslabón largo	763		8301	418	
Terminal prensa, horquilla soldada			8316	419	
Terminal prensa, horquilla torneada			8316	420	
Terminal prensa, ojillo			8317	421	
Cuerpo roscado tensor	1478		8319	422	
Terminal prensa con tuerca rosca exterior derecha	11024		8320	423	
Pasador en „R“			8377	424	
Pasador en „R“ doble vuelta			8378	425	
Chaveta anular			8383	426	
Tornillo de ojillo madera			8705	427	
Cáncamo curvado madera			8706	428	
Escarpia rosca madera			8707	429	
Gancho tormenta			8708	430	

Tenga en cuenta que hay diferencias técnicas y de dimensiones entre las normas DIN / DIN EN / DIN EN ISO e ISO. En nuestro manual técnico podrá encontrar un esquema detallado de las mismas. Las normas relevantes están señaladas para que se reconozcan con facilidad.



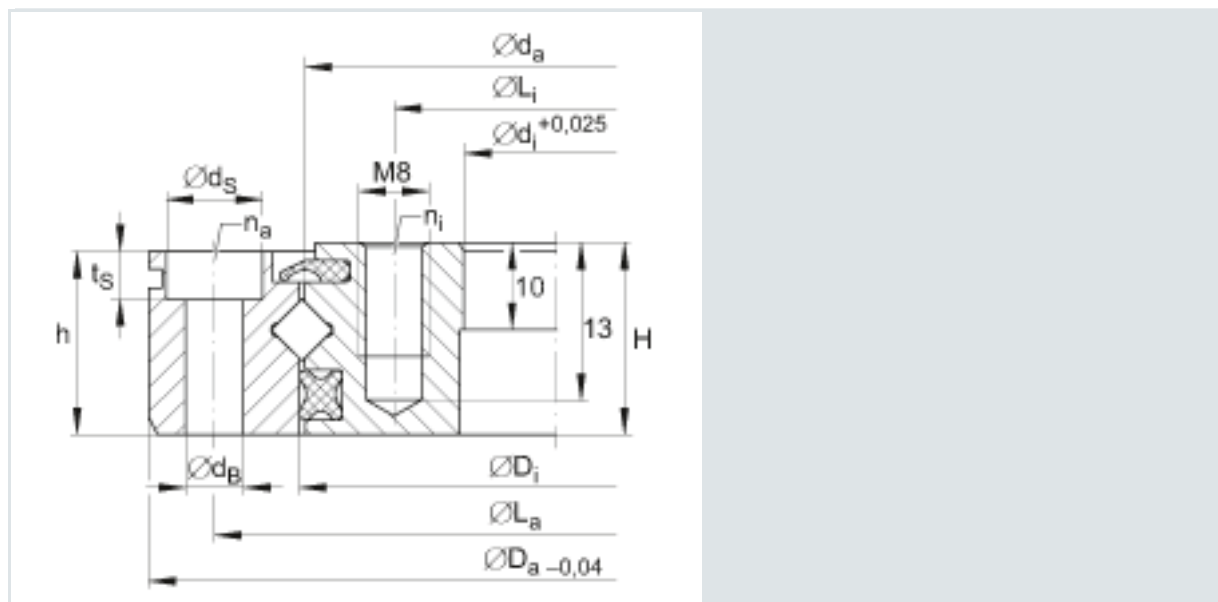
## Rodamientos de rodillos cruzados XU050077 (Serie XU)

sin dentado, obturación de labio en ambos lados

Esta hoja de datos sólo es una vista general de medidas y capacidades de carga del producto seleccionado. Tenga en cuenta, sin falta, todas las indicaciones de estas páginas. Para muchos productos encontrará más información bajo el apartado "Descripción" del menú. Además puede solicitar amplio material de información a través de la Solicitud de catálogos ([https://www.schaeffler.de/content.schaeffler.de/en/news\\_media/index.jsp](https://www.schaeffler.de/content.schaeffler.de/en/news_media/index.jsp)) o por teléfono +49 91 32 82 - 28 97.

di	40 mm
Da	112 mm
da	74 mm
db	6,6 mm
Di	77,5 mm
ds	11 mm
H	22 mm
h	21 mm
La	97 mm
Li	56 mm
na	6      Número de agujeros de fijación en el anillo exterior
ni	6      Número de agujeros de fijación en el anillo interior

ts	5,5 mm	
m	1,4 kg	Peso
Fr per	5800 N	Carga radial máx. admisible contra ajuste por fricción
Ca	19800 N	Capacidad de carga dinámica, axial
C0a	41000 N	Capacidad de carga estática, axial
Cr	14100 N	Capacidad de carga dinámica, radial
C0r	20100 N	Capacidad de carga estática, radial
VSP <sub>min</sub>	0,005	Juego: Precarga
VSP <sub>max</sub>	0,008	Juego: Precarga
		con obturación de labio y obturación especial



**BUREAU VERITAS**  
Certification



## Certificación Certification

Concedida a / Awarded to

**OPAC, S.L**

SEDE CENTRAL/ PARC EMPRESARIAL CERVELLO, CL ULL DE LLEBRE, 32, 08758, CERVELLO  
POL IND ARRETXE-UGALDE EZURRIKI-KL 16, 20303, IRUN  
PARC EMPRESARIAL CERVELLO, CL ULL DE LLEBRE, 32, 08758, CERVELLO

**Bureau Veritas Certification certifica que el Sistema de Gestión ha sido auditado y encontrado conforme con los requisitos de la norma:**

Bureau Veritas Certification certifies that the Management System has been audited and found to be in accordance with the requirements of standard:

**NORMA / STANDARD**

**ISO 14001:2015**

**El Sistema de Gestión se aplica a:**

Scope of certification:

**IMPORTACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ELEMENTOS NORMALIZADOS Y COMPONENTES INDUSTRIALES.**

**IMPORT AND COMMERCIALIZATION OF NORMALIZED ELEMENTS AND INDUSTRIAL COMPONENTS.**

**Número del Certificado**  
Certificate Number

**ES090134-1**

Directora de Certificación / Certification  
Manager

**Aprobación original :**  
Original approval date :

**28/03/2018**

**Certificado en vigor:**  
Effective date:

**28/03/2018**

**Caducidad del certificado:**  
Certificate expiration date:

**27/03/2021**

**Este certificado está sujeto a los términos y condiciones generales y particulares de los servicios de certificación**  
This certificate is valid, subject to the general and specific terms and conditions of certification services

Entidad de Certificación / Certification Body: Bureau Veritas Iberia S.L.  
C/ Valportillo Primera 22-24, Edificio Caoba, Pol. Ind. La granja, 28108 Alcobendas – Madrid, Spain



**ENAC**  
CERTIFICACIÓN  
Nº 03/C-MA007



**BUREAU VERITAS**  
Certification



## Certificación Certification

Concedida a / Awarded to

**OPAC, S.L**

SEDE CENTRAL/ PARC EMPRESARIAL CERVELLO, CL ULL DE LLEBRE, 32, 08758, CERVELLO  
POL IND ARRETXE-UGALDE EZURRIKI-KL 16, 20303, IRUN  
PARC EMPRESARIAL CERVELLO, CL ULL DE LLEBRE, 32, 08758, CERVELLO

**Bureau Veritas Certification certifica que el Sistema de Gestión ha sido auditado y encontrado conforme con los requisitos de la norma:**

Bureau Veritas Certification certifies that the Management System has been audited and found to be in accordance with the requirements of standard:

**NORMA / STANDARD**

# ISO 9001:2015

**El Sistema de Gestión se aplica a:**

Scope of certification:

**IMPORTACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ELEMENTOS NORMALIZADOS Y COMPONENTES INDUSTRIALES.**

IMPORT AND COMMERCIALIZATION OF NORMAILZED ELEMENTS AND INDUSTRIAL COMPONENTS.

**Número del Certificado**  
Certificate Number

**ES090133-1**

Directora de Certificación / Certification  
Manager

**Aprobación original :**  
Original approval date :

**28/03/2018**

**Certificado en vigor:**  
Effective date:

**28/03/2018**

**Caducidad del certificado:**  
Certificate expiration date:

**27/03/2021**

**Este certificado está sujeto a los términos y condiciones generales y particulares de los servicios de certificación**  
This certificate is valid, subject to the general and specific terms and conditions of certification services

Entidad de Certificación / Certification Body: Bureau Veritas Iberia S.L.  
C/ Valportillo Primera 22-24, Edificio Caoba, Pol. Ind. La granja, 28108 Alcobendas – Madrid, Spain



**ENAC**  
CERTIFICACIÓN  
Nº 04/C-SC004

Imprima esta página



## AMIDATA S.A.U

### Declaración de Conformidad

Salvo que se especifique lo contrario la totalidad de los suministros que se detallan más abajo cumplen las especificaciones publicadas en el catálogo RS y han sido sometidos a las condiciones de aseguramiento de la calidad según nuestra Certificación BSI EN ISO 9001.

Código RS 194-6829

Descripción Rodamiento de rodillos INA 81120-TV

Nombre del Fabricante/Marca INA

Nº ref. fabric. 81120-TV

La información anterior se refiere al producto vendido a partir de la fecha mostrada más abajo

AMIDATA S.A.U

Fecha Jul 29, 2020

Amidata S.A.U Avenida de Bruselas, 6, 28108 Alcobendas, Madrid, CIF: A78913993